

Universidad de Cantabria

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Administración de Empresas



**UN MODELO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL PARA LA PRODUCCIÓN
HETEROGÉNEA: LOS SISTEMAS DE GESTIÓN BASADOS EN EL TIEMPO
Marco conceptual y contrastación empírica**

Memoria de la Tesis Doctoral de:

Francisco M. Somohano Rodríguez

Dirigida por:

**Prof. Dr. D. Francisco Javier Martínez García
Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad**

*A Manolo, M^a Antonia, Toñi,
Cesar, Cristina,
Vidal e Ignacia*

AGRADECIMIENTOS

Con la defensa de este trabajo de investigación finaliza una etapa que comenzó en la primavera de 1995. Aquel día, un sábado por la mañana, le comentaba al profesor Dr. D. Francisco Javier Martínez García la posibilidad de enfocar una investigación que profundizara en el estudio de las relaciones de las funciones de costes en los ámbitos de la Contabilidad de Gestión y de la Teoría Microeconómica. Esa idea inicial fue el punto de partida de esta investigación, y sin su ayuda y orientación, tanto en el diseño metodológico y empírico, como su confianza y apoyo en la contrastación empírica a lo largo de estos años, no hubiera sido posible realizarla. Deseo expresarle con estas líneas mi más sincero agradecimiento.

Es también mi deseo agradecer a D. Juan M^a. Parés Boj, Director General de Textil Santanderina, S.A. y a D. Javier Gamaza Vázquez, Gerente de Plásticos Gamaza, S.A. el haberme permitido el acceso a las instalaciones y a la información de sus empresas durante el tiempo necesario para realizar los trabajos, así como el apoyo técnico que me han brindado en la aplicación del modelo. Quiero hacer extensivo el agradecimiento a los que con el tiempo han resultado ser mis *maestros* en la fabricación de hilo y bolsas de plástico, D. Leopoldo Abad, Mayordomo de Hilatura de Textil Santanderina, S.A., D. Andrés Manjón, Jefe de Personal de Textil Santanderina, S.A. y D. Ubaldo Dieguez, Jefe de fabricación de Plásticos Gamaza, S.A.

La implantación del modelo en Textil Santanderina, S.A. fue posible gracias a la participación, desde el primer día, de D^a. Mercedes Díaz González, Oficial de Organización de Textil Santanderina, S.A., con quien he compartido las ideas y todas las tareas de diseño, medición implementación y contrastación, y que en la actualidad se encarga de las tareas de supervisión del modelo. Además, también ha sido imprescindible la colaboración del personal de la Sección de Hilatura de Textil Santanderina, S.A. así como de Plásticos Gamaza, S.A., de los que siempre obtuve respuesta a mis preguntas.

Finalmente, y no por ello más importante, deseo expresar mi agradecimiento a mis compañeros del Departamento de Administración de Empresas, en especial al profesor D. Luis E. Lastra González, y a D. José Ramón Sánchez Robledo y D^a. Teresa Llanes Parra, colaboradores del Área de Contabilidad que me han prestado su ayuda facilitándome la finalización de la Memoria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
PRESENTACIÓN.....	XVI
CAPÍTULO 1.- ENTORNO GENERAL DE LA EMPRESA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	2
1.2 LA CONTABILIDAD DE COSTES Y DE GESTIÓN: DE LA CRISIS DE FINALES DEL SIGLO XX A LOS RETOS DEL SIGLO XXI	3
1.2.1 El problema de la diversidad	11
1.2.2 Gestión basada en el tiempo.....	17
<i>1.2.2.1 Características de las empresas con estrategias de competencia basadas en el tiempo</i>	<i>22</i>
<i>1.2.2.2 Organización de la producción</i>	<i>23</i>
<i>1.2.2.3 Implicaciones en la investigación. La trampa del tiempo</i>	<i>26</i>
1.3 INVESTIGACIÓN EN CONTABILIDAD DE GESTIÓN.....	28
1.3.1 Naturaleza técnica y económica de la Contabilidad de Gestión	28
1.3.2 Naturaleza de la investigación en Contabilidad de Gestión.....	30
1.3.3 Los paradigmas contables	31
<i>1.3.3.1 Teoría Clásica.....</i>	<i>31</i>
<i>1.3.3.2 Teoría Neoclásica.....</i>	<i>32</i>
<i>1.3.3.3 Paradigma de la utilidad</i>	<i>34</i>
<i>1.3.3.4 Economía de la Información.....</i>	<i>36</i>
<i>1.3.3.5 Teoría de Contingencias.....</i>	<i>38</i>
1.4 TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN, NUEVOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN.....	49

1.4.1 Sistemas de información contable y sistemas avanzados de fabricación ...	50
1.4.2 El grado de desarrollo del sistema.....	52
1.4.3 Las mediciones	55
1.5 EL MARCO GLOBAL DE LA INVESTIGACIÓN	56
1.5.1. Objetivo de la investigación	56
1.5.2 Estructura de la investigación	58
1.5.2.1 <i>El gap entre teoría y práctica en la Contabilidad de Gestión.....</i>	61
1.5.3 Hipótesis de la investigación	63
1.5.4 Planteamiento empírico de la investigación	68
CAPÍTULO 2.- CONTABILIDAD DE GESTIÓN: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CONTABLE EN EMPRESAS CON PRODUCCIÓN HETEROGÉNEA	71
2.1 ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	72
2.1.1 Trabajar en serie y en lotes	77
2.1.2 Las empresas que trabajan por pedidos	79
2.2 LA HETEROGENEIDAD Y LA AGREGACIÓN, UN PROBLEMA PARA PLANIFICAR Y PRESUPUESTAR.....	82
2.2.1 Contabilidad de Gestión, tipos de diversidad y organización de la producción	85
2.2.2 Diversidad y proporcionalidad: el problema para el sistema de información contable	88
2.2.3 Agregación e integración como primera solución.....	90
2.3 PRESUPUESTACIÓN EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS CON PRODUCCIÓN DIVERSA	92
2.3.1 Finalidad del proceso de planificar y presupuestar.....	93
2.3.2 El proceso de elaboración del presupuesto.....	95
2.3.3 El proceso presupuestario y la producción por pedidos. El MRP II	97
2.3.4 Solución del problema de planificar y presupuestar	101
2.3.5 Los costes estándares y la calidad	104
2.3.6 Importancia de los métodos de recogida de información.....	106

2.3.6.1 El principio de fiabilidad de la información y el coste del proceso de medir. El gap de medición	108
2.3.6.2 Sistemas electrónicos de medición.....	111
2.4 CONTROL DE GESTIÓN. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP) Y GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TQM)	112
2.4.1 El Control de gestión	112
2.4.2 El Control Estadístico de Procesos.....	118
2.4.2.1 Tipología del CEP	119
2.4.2.2 Metodología del CEP.....	120
2.4.3 Gestión de la Calidad Total.....	124
2.4.3.1 La metodología PDCA o rueda de Deming	127
2.4.3.2 La flexibilidad del proceso	127
2.4.3.3 La gráfica de control	128
2.5 LAS FUNCIONES DE PRODUCCIÓN DESARROLLADAS	129
2.5.1 La función de producción	130
2.5.2 La función de producción desarrollada.....	136
2.5.3 Propiedades de la función de producción desarrollada	141
2.5.4 Factores económicos, características del producto y características del entorno	145
2.5.5 Consideraciones sobre la forma de algunas de las funciones de producción desarrolladas	146
2.5.5.1 Función Cobb-Douglas.....	148
2.5.5.2 Función CES.....	148
2.5.5.3 Función Translog.....	148
2.6 IMPLICACIONES EN EL PLANTEAMIENTO EMPÍRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	149
CAPÍTULO 3.- DEFINICIÓN Y DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN BASADA EN EL TIEMPO.....	151
3.1 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CONTABLE: EFICACIA, EFICIENCIA, ECONOMÍA Y SENCILLEZ (3E+S)	152
3.2 CONDICIONES BÁSICAS DEL MODELO: EFICACIA, EFICIENCIA, ECONOMÍA Y SENCILLEZ	153
3.3 DISEÑO GENERAL DEL MODELO	156

3.3.1 El control técnico como elemento clave del modelo	158
3.3.2 La fabricación integrada por ordenador (<i>Computer Integrated Manufacturing, CIM</i>)	163
3.3.3 Los sistemas de apoyo a las decisiones (<i>Decision Support Systems, DSS</i>)	171
3.4 FUNDAMENTO DEL MODELO PROPUESTO: EL CONTROL DEL TIEMPO O VELOCIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y SU EFECTO EN LOS COSTES	173
3.5 EL DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTABILIDAD DE GESTIÓN: ETAPAS Y FASES	178
3.5.1 Descripción del proceso productivo	183
3.5.2 Estudio del flujo de datos y generación de la información (medir).....	183
3.5.3 Determinación de las relaciones posibles entre variable dependiente (velocidad) e independientes (factores productivos económicos).....	184
3.5.4 Preparación de los esquemas de tiempos	186
3.5.4.1 <i>El tiempo y los factores de producción.....</i>	<i>190</i>
3.5.4.2 <i>El coste de medir el tiempo.....</i>	<i>199</i>
3.5.4.3 <i>Establecimiento de estándares: la agregación "controlada"</i>	<i>201</i>
3.5.5 Valoración de la producción. Cálculo de los costes de producir	206
3.5.5.1 <i>Contabilidad de costes previsional e histórica</i>	<i>209</i>
3.5.5.2 <i>Sistemas de costes basados en funciones.....</i>	<i>216</i>
3.5.5.3 <i>Sistemas de costes basados en actividades.....</i>	<i>217</i>
3.5.5.4 <i>La gestión basada en el tiempo: el modelo formal de estimación de costes.....</i>	<i>221</i>
3.5.5.5 <i>Propuesta de evolución de los modelos de costes</i>	<i>233</i>
3.5.5.6 <i>La agregación de información y los modelos de costes</i>	<i>237</i>
3.5.6 Determinación de las funciones de producción desarrolladas	238
3.5.7 Valoración de la función de producción desarrollada. La estimación de costes.....	239
3.5.7.1 <i>La función de costes.....</i>	<i>240</i>
3.5.7.2 <i>Los costes paramétricos.....</i>	<i>241</i>
3.6 RESULTADOS E INFORMES	243

CAPÍTULO 4.- CONTRASTACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO: PLÁSTICOS GAMAZA, S.A. Y TEXTIL SANTANDERINA, S.A.	245
4.1 OBJETIVO, PLANTEAMIENTO Y ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA	246
4.1.1 Objetivo.....	246
4.1.2 Planteamiento.....	246
4.1.3 Esquema general	249
4.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LAS EMPRESAS OBJETO DE ANÁLISIS	252
4.3 PLÁSTICOS GAMAZA, S.A.....	253
4.3.1 La empresa, su entorno y su actividad.....	253
4.3.2 Heterogeneidad causa-efecto.....	255
4.3.3 Medición	259
4.3.4 Estimación de funciones de transformación de las máquinas: estudio de una máquina	261
4.3.5 Resultados.....	267
4.4 TEXTIL SANTANDERINA, S.A.	269
4.4.1 La empresa, su entorno y su actividad.....	269
<i>4.4.1.1 Descripción del proceso productivo</i>	<i>271</i>
<i>4.4.1.2 Batanes (convencional y open-end).....</i>	<i>274</i>
<i>4.4.1.3 Cardas (convencional y open-end).....</i>	<i>274</i>
<i>4.4.1.4 Manuales (convencional y open-end).....</i>	<i>275</i>
<i>4.4.1.5 Mecheras (convencional).....</i>	<i>276</i>
<i>4.4.1.6 Continuas (convencional y open-end).....</i>	<i>276</i>
<i>4.4.1.7 Bobinado (convencional).....</i>	<i>277</i>
4.4.2 Heterogeneidad causa-efecto y medios-fines	277
4.4.3 El Sistema de Apoyo a la Decisión (DSS).....	279
4.4.4 El sistema de control de la producción	280
4.4.5 Elaboración de los estándares.....	281
4.4.6 El modelo de estimación de tiempos de producción y control de costes ..	283
4.4.7 Algunas consideraciones sobre el modelo de costes	286
4.4.8 Resultados.....	288

CONCLUSIONES	289
CONTINUIDAD DE LA LINEA DE INVESTIGACIÓN	296
BIBLIOGRAFÍA.....	299
ANEXO I: CODIFICACIÓN Y AGRUPAMIENTO DE LOS PAROS DE HILATURA DE TEXTIL SANTANDERINA, S.A. (SEGÚN LOS CÓDIGOS DEL SISTEMA USTER SLIVER DATA) Y POR SU NATURALEZA.....	332
ANEXO II: DEPURACIÓN Y CÁLCULO DE LAS MEDIAS POR PUESTO DE TRABAJO EN LA SECCIÓN DE HILATURA DE TEXTIL SANTANDERINA, S.A.	335
ANEXO III: ESTRUCTURA DE LAS TABLAS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA SECCIÓN DE HILATURA DE TEXTIL SANTANDERINA, S.A. (HIL.PRG).....	339
ANEXO IV: EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE PRODUCCIÓN POR EL SISTEMA DE CONTROL DE TEXTIL SANTANDERINA, S.A. EJEMPLO DE FUNCIONAMIENTO DE HIL.PRG Y CÁLCULO DE TIEMPOS A POSTERIORI.....	341

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Entorno, sistema de información e incertidumbre.....	10
Figura 2: Información y flujo del proceso.....	14
Figura 3: Diversidad del micro-entorno: la organización	45
Figura 4: Adaptación a las exigencias del mercado	47
Figura 5: Ámbitos de la tecnología de información.....	51
Figura 6: Clasificación de los sistemas de producción	76
Figura 7: Funciones de utilización y de costes	84
Figura 8: Diferenciación y organización de la producción	87
Figura 9: Relación entre estrategia y rendimiento	90
Figura 10: Caracterización de la función productiva	93
Figura 11: Decisiones, planes y presupuestos.....	95
Figura 12: El sistema del presupuesto operativo	96
Figura 13: Diagrama representativo del sistema básico <i>MRP II</i>	100
Figura 14: Presupuesto de producción en la consideración del tiempo para el cálculo del coste de producción.....	104
Figura 15: Relación coste/fiabilidad según el mecanismo de medición	110
Figura 16: El control de gestión.....	113
Figura 17: Control de gestión y control presupuestario	117
Figura 18: CEP on-line	120
Figura 19: Áreas de responsabilidad de la calidad.....	126
Figura 20: El Sistema de Información Contable propuesto	157
Figura 21: Etapas en la evolución hacia la fabricación integrada.....	164
Figura 22: Estructura del <i>CIM</i>	167
Figura 23: <i>Lay-out</i> / puntos de generación de valor.....	175
Figura 24: Esquema del sistema de información	177
Figura 25: Fases en la implementación del modelo.....	182
Figura 26: Velocidades y productividad del proceso.....	184
Figura 27: Velocidades y productividad del lugar de transformación	185
Figura 28: Estructura del modelo planteado	186
Figura 29: Diagramas de Gantt sobre lote o fase/puesto	189
Figura 30: Estructura temporal de los factores de producción.....	191
Figura 31: Esquema de tiempos de funcionamiento/paro para una máquina	194
Figura 32: Esquema de tiempos de funcionamiento/paro para un grupo de máquinas	194
Figura 33: Control y aprendizaje en actividades homogéneas.....	211

Figura 34: Control y aprendizaje en actividades heterogéneas	212
Figura 35: Control y aprendizaje en actividades enmarcadas en proyectos.....	213
Figura 36: Conjuntos homogéneos de actividades.....	220
Figura 37: Causalidad y proporcionalidad	224
Figura 38: Estructura de la organización y relaciones con el macro y microentorno	225
Figura 39: Imputación racional	232
Figura 40: Adecuación del modelo de costes a la realidad estudiada.....	234
Figura 41: El modelo de costes y el nivel de agregación en el cálculo del coste.....	237
Figura 42: Factores del microentorno y las relaciones causa-efecto (esquema de una extrusora)	259
Figura 43: Hoja de recogida de datos.....	260
Figura 44: Funciones de producción desarrolladas y microentorno en una extrusora (velocidades en metros por minuto en función de g y a).....	265
Figura 45: Funciones de producción desarrolladas monoproducción (velocidades en metros por minuto)	268
Figura 46: Proceso productivo de Textil Santanderina, S.A.....	270
Figura 47: Control de calidad y control del proceso	273
Figura 48: Ejemplo de distribución de promedios de velocidades	282
Figura 49: Determinación del tiempo total asignado al lote	285

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Medidas de ejecución tradicionales y JIT	26
Tabla 2: Factores contextuales que afectan al diseño del sistema de Contabilidad de Gestión.....	41
Tabla 3: Tipología de producción	74
Tabla 4: Variabilidad del producto, flexibilidad y volumen de producción	77
Tabla 5: Características típicas del proceso	81
Tabla 6: Matriz estructurada	141
Tabla 7: Factores para la determinación del control de <i>inputs</i> , procesos o <i>outputs</i> ..	159
Tabla 8: Conocimiento del proceso productivo y necesidad de información	161
Tabla 9: Ejemplo de la estructura de la información suministrada por un encoder..	198
Tabla 10: Velocidades estándares por producto y fase	204
Tabla 11: Eficiencia por producto y fase (R_i ; $i=1, 2, 3$)	204
Tabla 12: El modelo de acumulación de costes completos.....	209
Tabla 13: Análisis comparativo de la tipología de unidades de actividad	222
Tabla 14: Escala de identificación de la complejidad de la realidad	233
Tabla 15: Comparación inicial de velocidades (mts/min)	261
Tabla 16: Variables exógenas analizadas	263
Tabla 17: Estadísticos del ajuste lineal	263
Tabla 18: Estadísticos del ajuste exponencial.....	266
Tabla 19: Tipología del proceso productivo	272
Tabla 20: Factores propuestos del microentorno que se consideran a priori que afectan a las relaciones causa-efecto (velocidad)	278
Tabla 21: Contenido de la tabla de salida	281
Tabla 22: Formación de los tiempos de producción y de paro	284
Tabla 23: Ficha técnica del modelo de costes.....	286
Tabla 24: Grupos de costes	287

PRESENTACIÓN

***"Mide todo lo que sea medible y trata de hacer medible
aquello que todavía no lo es"***

Galileo Galilei

(recogido en Mattessich, 1964, p.55)

En las últimas décadas la Contabilidad de Costes y de Gestión como disciplina ha estado asociada al término crisis. Esta circunstancia viene definida por la ausencia de una respuesta en forma del suministro de información útil para los decisores.

Este diagnóstico es el resultado de una enfermedad, que podríamos asemejar a un lento desarrollo de la Contabilidad de Costes y de Gestión en relación al entorno en el que se encuentra inmersa la actividad económica, y que se ha hecho más patente desde la década de los ochenta, si bien este desacompasamiento era conocido desde bastante antes.

No es nuestro objetivo recoger toda o parte de la investigación realizada durante las últimas décadas sino, por el contrario, proponer soluciones. Tal y como pone de manifiesto Bierman, *"la contabilidad es el arte de medir y comunicar información financiera. Esta afirmación no choca ni sorprende, ya que el reconocimiento de que la contabilidad está relacionada con la medición es el primer paso necesario hacia una largamente esperada revolución en la contabilidad"*¹. En nuestra opinión, Bierman recoge parte del problema y el origen del remedio para la Contabilidad de Costes y de Gestión, que debe ampliar su campo de actuación, como instrumento de información útil, más allá de la información financiera mediante una revisión en las metodologías de medición, es decir, pensamos que el origen del problema reside, en parte, en que no se están utilizando las unidades de medición más adecuadas y que existe una carencia de conocimiento de los nuevos sistemas de medición que han venido a soportar el desarrollo de las nuevas tecnologías y de los nuevos sistemas de gestión de la producción.

Si realmente deseamos que *"la contabilidad sea considerada una parte de la ciencia del management [esto] dependerá en gran medida del esfuerzo de los contables en absorber las herramientas y las técnicas de la ciencia del management y de incorporarlas en sus propio aparato conceptual"* (Mattessich, 1961, p. 386). Por lo

¹ Bierman, 1963, p. 501 en Mattessich, 1964a, p. 53.

tanto este es el objetivo general de nuestra investigación, el de adaptar y en la medida de nuestro esfuerzo, proponer nuevas perspectivas a ideas que ya forman parte de las disciplinas que influyen en la actividad de cualquier empresa.

El objetivo concreto es demostrar, en el entorno actual descrito en el capítulo primero, la consideración de que un sistema de información contable es útil (asumiendo que aumenta la competitividad de la empresa puesto que ayuda a que los sistemas mejoren su eficacia y eficiencia) cuando suministra la información demandada en cada nivel de decisión (estratégico, táctico y operativo), permitiendo el acceso a determinada información y limitándolo en otras ocasiones según el criterio de los niveles superiores.

Asimismo, pretendemos verificar que en los sistemas de producción heterogéneos el sistema de información contable que configura la contabilidad de costes y de gestión debe estar perfectamente integrado utilizando tanto información financiera como técnica de producción y que el principio sobre el que se sustenta este sistema de información contable es la utilización del tiempo como unidad e instrumento de gestión.

Por otro lado, pensamos que el sistema de información contable será útil dependiendo de su relación con las personas que forman parte de la organización y su interés tanto en su generación, como en su desarrollo o mejora o, en el peor de los casos, en su desaparición.

La utilización del tiempo como unidad de gestión ha sido planteada en multitud de ocasiones, si bien es cierto que en otras tantas ha sido rechazada bajo justificaciones como la imposibilidad técnica y económica y, cuando no ha sido así, ha permanecido como una buena idea pendiente de desarrollo.

Este desarrollo exige la revisión de una actividad básica, medir, y la ampliación de la importancia de una metodología de investigación en contabilidad, el paso hacia adelante en el estudio de casos en pos de la contrastación empírica directa y con permanencia en la empresa.

En el capítulo dos se presenta el problema en su esencia, la diversidad o heterogeneidad, que clasificamos en dos grupos: diversidad causa-efecto y diversidad fines-medios, y sus implicaciones en la organización de la producción en forma de lotes y pedidos. Asimismo, se muestran las soluciones que se proponen desde otras disciplinas como es la Investigación Operativa, los nuevos modelos de gestión de la

producción y el planteamiento que se hace desde la Teoría Microeconómica de la Producción, al que proponemos una ampliación en su ámbito de funcionamiento.

La solución propuesta es el diseño e implantación de un sistema de información dual, que permita la observación de la realidad económica de la empresa y de su actividad desde una doble perspectiva, económica y técnica de manera permanente, posibilite que el responsable disponga en tiempo real de información económica en las decisiones de tipo técnico e información técnica en las decisiones de tipo económico.

Esta solución se materializa en un sistema de control de la producción que, de acuerdo con unos estándares de actividad normal, supervisa constantemente los rendimientos de los lugares de actividad (persona o máquina) y discrimina los tiempos de inactividad de acuerdo con su relación con la generación de valor por la actividad que desempeña. Paralelamente, los estándares técnicos de rendimientos se utilizan en un *Decision Support System* que convierte las características de cada producto, las decisiones sobre su producción (variaciones fines-medios: Itinerarios de producción, por ejemplo), así como las variaciones inevitables (variaciones causa-efecto: temperatura, humedad, personal, etc.) en información económica de acuerdo con un modelo de imputación racional de costes, que utiliza el tiempo como unidad de imputación preferente de los costes indirectos.

En el cuarto capítulo se contrastan los procesos de implantación del modelo en dos empresas caracterizadas por la diversidad de sus productos y que presentan circunstancias diferentes en cuanto a tamaño, sector, mercado, etc.

En resumen, nuestra investigación demuestra que, en los sistemas de producción que presentan heterogeneidad, la agregación de la información supone aceptar errores en las decisiones y que si se utiliza prioritariamente el tiempo como unidad de gestión se logra evitar la agregación y por lo tanto reducir la incertidumbre y los errores. La exigencia de gestionar una gran cantidad de información ha dejado de ser un problema desde hace algún tiempo, y esto se demuestra puesto que toda la investigación se ha realizado con herramientas existentes en el ámbito empresarial y académico desde la década de los ochenta.

Por otro lado, el modelo con su diseño dual ha sido aceptado y está implementado desde hace un año en una de las empresas en las que se ha contrastado, mientras que, en la otra, la gerencia decidió no continuar con la implantación del estudio de la variedad fines-medios por las dificultades que se planteaban para disponer de sistemas de recogida de información.

El hecho de considerar un éxito su implantación en la primera de las empresas debe hacernos reflexionar sobre la importancia de la colaboración del grupo, de la consideración de las personas tanto como decisores como ejecutantes: la implantación de un sistema de información contable útil comienza con la decisión de la gerencia, pero, al igual que el proceso presupuestario, no progresará sin la colaboración en la medida que corresponda, de cada nivel de la organización.

Ahora bien, la información se genera básicamente en un nivel operativo, en el lugar de actividad, y, mediante agregación, se distribuye al resto de la organización. Por tanto, aunque el contable de gestión disponga de medios técnicos y conocimientos suficientes, existe una dependencia inevitable del buen hacer en la recogida de la información de las personas en aquellos lugares de actividad en los que son los operarios los que marcan la productividad del proceso.

En definitiva, si bien hemos demostrado que una solución a la crisis de la Contabilidad de Costes y de Gestión es la desagregación máxima de la información técnica utilizada por el contable de gestión, basada en el tiempo, la crisis no es tal, puesto que existe el conocimiento suficiente y las técnicas necesarias en la empresa. En realidad, la crisis de la Contabilidad de Costes y de Gestión tiene un importante componente (determinante) de motivación y comportamiento que se traducen en la dificultad de obtener información fiable, independientemente de la cantidad, mediante un proceso de medición en el que la confianza en las mediciones es un aspecto más importante que la carencia de las mismas. En definitiva, parece evidente la existencia del *gap* de medición y que, en ocasiones, impide el nivel de desagregación necesario.

CAPITULO 1

EL ENTORNO GENERAL DE LA EMPRESA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

La evolución de la idea de organización a lo largo del siglo ha sido en nuestra disciplina, al igual que en otras, un avance a partir del desarrollo de teorías y contrateorías que han ido ganando en complejidad en una suerte de necesidad mutua como eslabones de una cadena. Desde la perspectiva de la organización se pasó de una consideración inicial de la empresa como un sistema general cerrado, tal y como se plasma en la Teoría Clásica, a la aparición de la Teoría de Contingencias, en la que en contraste con la primera, la referencia de estudio es una organización en su entorno.

La finalidad de ambas corrientes es llegar a la definición de un modelo que represente de forma más adecuada una organización, si bien esta finalidad consideramos queda actualmente mejor definida en la Teoría de Contingencias, tal vez debido a que la Teoría Clásica posiblemente esté más condicionada por la época en la que fue desarrollada, a principios de siglo, y la nacionalidad de sus impulsores, básicamente norteamericanos, aunque también algún británico y algún francés.

Sea como fuere, estamos asumiendo la necesidad de optimizar la estructura - o de normalizar su diseño - lo que supone una complejidad considerable al estar integrada por personas, lo que conlleva un elevado componente de subjetividad y cierto grado de aleatoriedad dependiendo de los procesos. Además, la importancia de la estructura organizativa se puede justificar por dos motivos:

1) El desarrollo industrial se ha realizado mediante la especialización, que ha llevado a la asignación de tareas y por lo tanto de responsabilidades.

2) Las decisiones se toman en condiciones de incertidumbre, y la incertidumbre se reduce con la información. La información son los datos, ya sean originarios o elaborados, que necesita cada persona de la organización en un momento determinado para decidir. Por lo tanto la información depende de la estructura para reunir las exigencias de relevancia, objetividad, comparabilidad, materiabilidad, oportunidad, completa, economicidad, verificabilidad (Blanco Dopico, 1994).

Así pues, somos conscientes, como punto de partida, de que nuestro objeto de estudio, insertado en el sistema de información, depende de la estructura de la organización. Supuesta una estructura correctamente definida, su sistema de información debe ser útil, es decir, debe dar respuestas adecuadas a los decisores para cumplir sus objetivos.

Por consiguiente, tanto en el momento actual como en el futuro inmediato, la cuestión clave es: si los sistemas de información, y concretamente el sistema de información contable, y en particular el subsistema de Contabilidad de Costes y de Gestión, ¿está correctamente diseñado conforme a las necesidades de cada organización concreta?, ¿es verdaderamente útil para atender sus necesidades informativas?, ¿ayuda a los distintos responsables a encontrar las respuestas adecuadas para tomar las mejores decisiones posibles? Según diversos autores, pese al desarrollo y las importantes aportaciones del modelo de Costes Basados en las Actividades, la respuesta es: No.

Ante ese estado de la cuestión, la finalidad que nos proponemos con nuestra investigación, partiendo de los trabajos anteriores en relación a nuestro objeto de estudio, que nos llevan a movernos en un ámbito de interdisciplinariedad formado por la Contabilidad, la Microeconomía y la Organización de la Producción, y posicionándonos en la Teoría de Contingencias, es diseñar y proponer un modelo de planificación y gestión que permita eliminar todos los inconvenientes para que la respuesta anterior sea: Sí.

Ciertamente, acotamos nuestro trabajo al mundo de las organizaciones empresariales caracterizadas por una actividad de producción heterogénea, y la tesis que sometemos es que en dicho ámbito la utilización del tiempo como unidad de medida permitirá sustentar un sistema de información de Contabilidad de Costes y de Gestión, útil y dotado de la eficacia y eficiencia que se demanda por sus usuarios. Nuestra tesis queda demostrada con la contrastación empírica que supone la implementación del modelo a dos empresas concretas con resultados altamente satisfactorios para los propios usuarios de las organizaciones que los están gestionando.

1.2 LA CONTABILIDAD DE COSTES Y DE GESTIÓN: DE LA CRISIS DE FINALES DEL SIGLO XX A LOS RETOS DEL SIGLO XXI

Desde hace más de una década hay una opinión crítica generalizada tanto a la Contabilidad de Costes como a los contables de gestión. El hecho de no disponer de un

respaldo normativo², y de intentar normalizar sistemas que debido a su complejidad entrañan retos en ocasiones inabordables, ha supuesto la aparición de opiniones que en ocasiones se pueden calificar de extremadamente duras contra el colectivo de los contables de gestión (Goldratt y Cox, 1984).

En realidad, se han sometido a críticas tanto las teorías de organización (Woodward, 1965), como la Contabilidad de Costes como sistema de información en el ámbito productivo (Bromwich, 1986; Johnson y Kaplan, 1988 y Mallo, 1994).

Ahora bien, estas críticas se venían produciendo desde antes. Mattessich, en su trabajo "*Operations research and accounting: competitors or partners?*" enumeraba en 1962 una serie de objeciones en contra de la contabilidad y la posición de ésta frente a la Investigación de Operaciones a las que denomina "*fuentes de conflicto*"³: "*Primero, los modelos de contabilidad de costes (a pesar de los sistemas de costes estándares) están todavía muy ligados al enfoque de los costes históricos. Segundo, los modelos contables son sobre todo de una naturaleza descriptiva en vez de tener una naturaleza cuantitativa analítica y no son utilizados para la búsqueda sistemática de soluciones óptimas*⁴. *Tercero, por un lado los modelos contables aplican conceptos y recogen muchos datos que son irrelevantes para las decisiones de los escalones organizativos más altos, pero por otro lado no generan suficientes datos necesarios con urgencia para los procesos de decisión. Cuarto, la contabilidad utiliza criterios de reparto que no están basados en el conocimiento de la estructura óptima de la organización; esto distorsiona las mediciones que sirven para la toma de decisiones de la gerencia*".

Centrado en el objeto concreto de nuestra atención, el sistema de información contable⁵, podríamos hacer referencia a múltiples trabajos, además de los ya mencionados, como son, entre otros, los de Kaplan (1983, 1984, 1990c, 1993), Schubert (1988), Foster y Horngren (1988a, 1988b), Cooper (1989), Borden (1990), Dudick (1991), McIlhattan (1993) y Carmona (1993), en los que se enumeran en detalle las limitaciones que desembocan en el consenso general sobre la falta de vigencia de la

² Salvo en lo que se refiere a la contratación con el Estado (Thomas, 1969): normas CAS en EE.UU. o las normas NODECOS emitidas por el Ministerio de Defensa Español. Ahora bien, tal y como advierten los profesores Vera y Buendía (1999) estas últimas son una versión resumida de las anteriores, no incorporando ninguna novedad digna de ser destacada. En el trabajo de Thomas (1969) se recoge el trabajo realizado por los profesores Jaekicke, Demski, Feltham, Horngren y Sprouse durante tres años en la búsqueda de la especificación del agrupamiento de los costes a medir, la especificación de un esquema de clasificación apropiado así como los criterios de medida apropiados para cada clase en los contratos y subcontratación con el Departamento de Defensa.

³ *Op. cit.* p. 11.

⁴ La naturaleza descriptiva viene motivada por la necesidad de agregar datos para obtener una visión general del problema, a cambio de una pérdida en el detalle y por lo tanto en la capacidad analítica.

⁵ En concreto, la Contabilidad de Gestión como sistema de información. Véase Blanco Dopico y Gago Rodríguez (1993a, p. 80).

Contabilidad de Costes y de Gestión, motivada en resumen por la limitada utilidad que para el decisor tienen las herramientas que se presentan actualmente en los manuales de Contabilidad y el *gap* existente entre la investigación contable que se realiza y la propia realidad empresarial y sus necesidades de gestión.

Esta desvinculación está determinada, pues, por el relativo incumplimiento por parte de nuestra disciplina de las finalidades que según algunos autores (Vatter, 1950; Dearden, 1963; Johnson y Kaplan, 1988; Blanco Dopico, 1994; Player y Keys, 1995⁶) debería cumplir, como son (Dearden, 1963, recogido en Johnson y Kaplan, 1988, p. 219)⁷:

- 1- Asignar costes para los estados financieros periódicos.
- 2- Facilitar el control del proceso.
- 3- Computar costes de producto.
- 4- Apoyar estudios especiales.

Gran parte de la explicación de la situación actual es debida, según dichos autores, al predominio que ha tenido el primero de los objetivos sobre los restantes sesgando los esfuerzos hacia el cálculo del coste del producto en vez de calcular el coste de producirlo.

Esta tendencia ha tenido un efecto que en si mismo es una limitación, puesto que supone disponer básicamente de información financiera a la hora de tomar decisiones de producción lo que hace, entre otros motivos, que haya perdido utilidad la Contabilidad de Costes fuera de los despachos de la alta gerencia, y que, de hecho, incluso en ocasiones se considere perjudicial para alcanzar los objetivos de la organización y de falta de utilidad en la planta de fabricación.

Por otro lado, desde los años sesenta se han aplicado a cuestiones de Contabilidad de Costes las disciplinas: Investigación de Operaciones, Estadística y Economía. Ahora bien, el punto de partida del modelo de contabilidad de costes estaba basado en *"la*

⁶ Según Player y Keys los sistemas de gestión de costes pueden servir para tres propósitos distintos: financiero, operativo y estratégico (p. 27).

⁷ Vatter (1950, p. 97) considera que el contenido, objetivos y procedimientos de la contabilidad pueden ser observada desde dos perspectivas:

- 1) Que la contabilidad sirve para registrar, clasificar y presentar los efectos financieros de las transacciones para una empresa, para medir el beneficio y otros resultados financieros para informar a las personas interesadas en la evolución de la firma, y
- 2) que los datos contables y los procedimientos están íntimamente conectados con los procesos de operaciones y gestión de los negocios, formando parte de la dirección. Esta hace referencia a la naturaleza de la Contabilidad de Gestión.

producción en masa de un producto maduro con características conocidas y con tecnología estable" (Kaplan, 1983a, p. 26). Y sin embargo en palabras de McIlhattan⁸ *"el mayor impacto en la Contabilidad de Costes tradicional radica en que los sistemas de gestión de costes necesitan ahora identificar las causas de los costes, los portadores de los costes, además de considerar los costes resultantes"*.

Teniendo en cuenta las previsiones que autores como Drucker hacen sobre el futuro de las organizaciones en general y de la empresa en particular para el siglo entrante, la solución al problema pasa por el diseño de teorías, metodologías y tecnologías que sean capaces de suministrar información a los decisores sobre aquellas facetas de la empresa que demanden, y que se materializan en sistemas de información con las siguientes cualidades:

1) Sencillez⁹: los modelos o sistemas deben ser comprensibles, al menos por los responsables/decisores que los van a utilizar, por dos motivos: el primero por una cuestión de confianza, que de no existir llevaría a una falta de utilización; y el segundo porque tanto en la fase de depuración del modelo, como en la posterior de utilización pueden aparecer fallos que deben ser corregidos a la mayor brevedad para evitar retrasos en la toma de decisiones. En definitiva, el modelo no debe añadir complejidad a los procesos que explica y cualquier persona que haya o no colaborado en su diseño debe ser capaz, en un tiempo suficiente, de comprenderlo y adecuarlo¹⁰.

Esta exigencia de sencillez se observa desde una doble perspectiva en lo que a complejidad potencial del modelo se refiere:

1.1) La relativa a la estructura o formulación del modelo: posiblemente plantear un modelo basado, por ejemplo, en ecuaciones diferenciales, puede presentar problemas de comprensión a sus destinatarios. De cualquier modo, la complejidad de la realidad tecnológica actual: las máquinas, la energía, la organización del personal, etc. exige un conocimiento diverso, lo que lleva a formar equipos multidisciplinares a la hora de diseñar e implementar los modelos¹¹.

⁸ McIlhattan (1993), en Carmona (1993, p. 229).

⁹ Para ilustrar la naturaleza de la sencillez en cuanto a equivalente a verdad, sirva la frase de Newton: *"La sencillez es la característica de la verdad, pero realmente no es la naturaleza, sino la razón humana quien quiere la sencillez"*. Esta exigencia se apoya en la necesidad de realizar un control eficiente sobre el sistema, control que viene dificultado por sistemas complejos, así como la posibilidad de realizar evaluaciones del riesgo asumido al utilizar información no verificada o ni siquiera verificable.

¹⁰ Por lo tanto también las herramientas informáticas de soporte del modelo deberían ser, en la medida de lo posible, lo más accesibles y sencillas de utilizar, como una hoja de cálculo.

¹¹ Véase Blanco Dopico y Gago Rodríguez (1993b).

1.2) La relativa a la operatividad del modelo, es decir, a la disponibilidad de *inputs* (los datos) y la dificultad que le plantea al usuario su utilización. Cuanto más compleja sea la realidad a reproducir en el modelo mayor es la cantidad de datos necesaria para conseguirlo. Esto nos lleva a un punto crucial, la generación y el procesamiento de los datos. Debido a los potenciales volúmenes de datos a utilizar, nos encontramos con un problema o una "barrera de entrada" al diseño de estos modelos.

2) Economía: asumiendo que la información tiene un coste, el análisis coste-volumen-beneficio de la información es básico para que una empresa decida embarcarse en este proyecto. Por lo tanto, la utilidad está directamente relacionada con el principio básico de economicidad.

3) Flexibilidad: el modelo debe adaptarse a las circunstancias, no las circunstancias al modelo. Esta condición se materializa en que el modelo debe ser capaz de asumir cualquier cambio que se produzca en el sistema estudiado, sin necesidad de grandes modificaciones.

4) Oportunidad: el modelo debe estar permanentemente actualizado, lo cual permite ofrecer la información requerida en el momento preciso.

5) Independencia: unida a las condiciones de sencillez, economía y flexibilidad supone que una vez puesto en marcha, y apoyado en las nuevas tecnologías (*Advanced Manufacturing Technology*), el modelo es autónomo respecto al equipo diseñador.

6) Globalidad: en apoyo de las características de flexibilidad y oportunidad, y debido a la multidisciplinariedad del trabajo a realizar esta característica se observa desde una doble vertiente:

6.1) Al igual que en el proceso presupuestario, se necesita la colaboración en mayor o menor medida de todas las personas de la empresa, aumentando esta necesidad en proporción a la responsabilidad de una persona, en concreto por su capacidad de decidir y de utilizar la información¹². El sistema debe suministrar información necesaria para todos los niveles que colaboren de acuerdo con las

¹² El hecho de requerir la colaboración del personal de la empresa, sobre todo si se trata de mandos intermedios y, obviamente, de la alta dirección, supone que en ocasiones el colaborador espera una "recompensa" por la colaboración, por lo tanto, que el sistema a su vez genere al menos información que revierta en su propia utilidad como decisor y sujeto particular, lo cual supondría el ideal de Sistema de Información, en el que existe una colaboración y a cambio se obtiene como fruto información necesaria para decidir en cada nivel.

especificaciones de la alta gerencia, quien establecerá los límites de acceso a determinadas informaciones. A esta característica la denominamos *generalidad de los usuarios*.

6.2) Debido a esta diversidad de usuarios, la información debe ser diversa también, lo que nos lleva a considerar todo tipo de información necesaria (interna, externa, técnica o económica) sin hacer una evaluación previa de su importancia. Esta característica se denomina *generalidad de la información*.

Desde una perspectiva de economía de información, esta última característica, la globalidad o generalidad de la información, plantea enormes problemas en lo que a recogida (medición y registro), tratamiento y comunicación de la información y comunicación de la misma se refiere. Ahora bien, incluso estos problemas están resueltos desde hace más de una década ya que como Johnson y Kaplan indican (1988, p. 222) "*con la tecnología de fabricación actual [de 1988] son posibles grandes avances en el control de costes. Para cualquier proceso controlado por ordenador o cualquier tarea productiva de proceso de información, se necesitan datos digitales, para poder realizar la operación. Los mismos datos pueden ser obtenidos para saber qué se hizo, cuando y cuánto tiempo se tardó, y también qué se produjo. Esto es muy distinto de la situación a la que se enfrentaban los ingenieros de la administración científica, cuando tenían que recoger información sobre el rendimiento con el proverbial cronómetro y la carpeta de pinza. Hoy los datos de producción forman parte del proceso de producción. Los sistemas de coste necesitan únicamente registrar y procesar estos datos para producir un registro continuo de los productos realmente producidos y consumo de recursos. Con los procesos de producción controlados de forma digital, los registros de variaciones pueden obtenerse en períodos de producción medidos en milisegundos. La nueva tecnología ha reducido el coste de recoger, registrar, procesar y comunicar el rendimiento de producción, a través de varias órdenes de magnitud. Los sistemas de control de proceso contemporáneos deben aprovechar las ventajas de esta situación en los costes de procesar información*".

Por lo tanto, la necesidad de recoger y procesar la información ya no es un problema, o al menos no debería serlo, para lo que se podría denominar la *cantidad mínima necesaria de información*.

Supongamos que existe un umbral mínimo de información que podríamos definir como la cantidad de información necesaria para que una persona decida con el conocimiento suficiente sobre antecedentes, procedimientos y consecuencias de sus

actos, que le permita un control de los mismos y la tranquilidad posterior a la decisión suficientes. Entonces, podríamos afirmar que cada decisor tendrá un umbral mínimo de información diferente dependiendo de los factores que especificados en el sentido más amplio posible y desde la perspectiva de la organización en su conjunto, se encuentran relacionados entre sí dentro de cada grupo y entre los propios grupos, llevando a lo que se denominan las circunstancias en las que se decide, que se especifican a continuación:

1) Características psicológicas del decisor: dependiendo de su aversión al riesgo y estado anímico en el momento de tomar la decisión, condicionado básicamente por la experiencia.

2) Entorno en el que se toma la decisión, tanto físico (luminosidad, ruido, contaminación, etc.), como organizativo (responsabilidad, satisfacción, etc.), y temporal (momento).

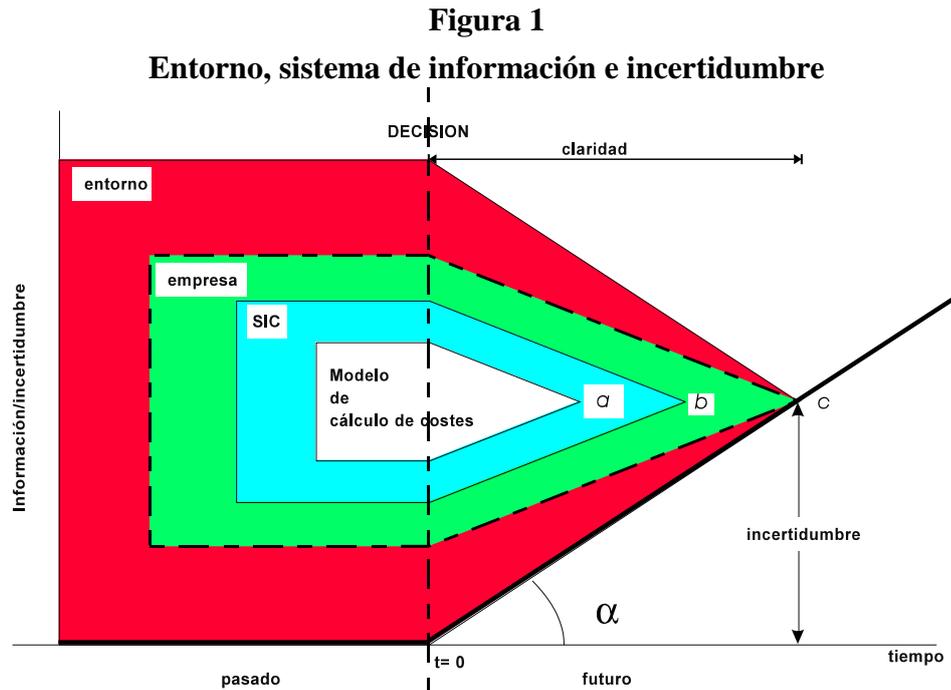
3) Objeto de la decisión, que puede ser, o bien sobre el producto (en lo que a características se refiere, es decir: diseño, composición, funciones, etc.), o bien sobre el mercado¹³ (precios, competencia, medio ambiente, calidad, etc.) o bien sobre los procesos (organización, tecnología, mano de obra, materiales, entorno en el que se realizan los procesos, consumos, costes, etc.).

Por lo tanto, el sistema de información debe de ser diseñado para proveer de información suficiente en función de las características de cada decisor, de su ámbito de decisión (cantidad de información y nivel de desglose), según las circunstancias (por escrito, mediante señales luminosas, de manera pública o individualizada) y para las finalidades previstas (según el objeto de la decisión).

Los dos primeros factores son fácilmente controlables en función de la autocaracterización del decisor, de lo que se puede considerar un comportamiento "normal", y por lo tanto de su demanda de información, y de la identificación del entorno. Básicamente las dificultades aparecen en el tercer grupo ya que existe una gran diversidad de objetos de decisión, no siempre controlables por completo. Ahora bien, teóricamente, la cantidad mínima a recoger por el Sistema será la que permita satisfacer las necesidades de todos los usuarios en general y aquellos más exigentes en cantidad y calidad en particular.

Si se representa la relación entre la información e incertidumbre podríamos encontrar la figura 1:

¹³ Kotler (1992), recogido en Mallo y Merlo (1995).



Fuente: elaboración propia.

El decisor se encuentra en el momento $t=0$ y para tomar su decisión dispone de información sobre su entorno, la organización en la que se encuentra, el sistema de información contable y dentro de este, de un modelo de cálculo de costes. Esta información es de dos tipos, la histórica y la previsional. Dependiendo de las circunstancias y del perfil psicológico del decisor con respecto al riesgo se representa la incertidumbre percibida por el ángulo α . Cuanto más nos adentramos en el futuro, mayor es la distancia al eje de abscisas, por lo tanto, mayor es la incertidumbre. La manera de disminuir esa incertidumbre es aumentando la cantidad y/o la calidad de la información previsional disponible, si bien, ésta tendrá un límite dependiendo de su fuente, es decir, la información recibida del modelo de costes tendrá una validez más corta que la emitida por el sistema de información contable, y ésta a su vez será menor que la generada por la empresa en su conjunto y por el entorno en el que se encuentra inmersa ($a < b < c$).

El hecho de plantear la modelización o formulación matemática como elemento central se justifica porque presenta las siguientes ventajas (Mattessich, 1961, p. 385):

- 1) Puede ser considerado como un requisito previo para la aplicación del proceso de datos electrónicos a ciertos problemas contables,
- 2) articula la estructura de los modelos contables e ilumina los métodos contables desde una nueva perspectiva, revelando muchas facetas hasta ahora negadas o no observadas,

3) permite una presentación general y más científica de muchos métodos contables,

4) facilita la exploración de nuevas áreas, por eso acelera el avance de la contabilidad, y finalmente,

5) lleva a métodos más sofisticados y podría ayudar a establecer los fundamentos para una colaboración estrecha de la contabilidad con otras áreas de la ciencia del *management*.

1.2.1 El problema de la diversidad

El análisis de la situación de la Contabilidad de Costes y de Gestión durante la década de los años ochenta identifica una serie de cambios ambientales (incremento de la automatización, cambios en el uso de las funciones de apoyo, simplificación de los procesos de fabricación, intensificación de la competencia, diversificación de productos, desregulación, mejoras tecnológicas y cambios en estrategias y objetivos, según Cooper) que han ocasionado la obsolescencia de los sistemas de información contables y que sugirieron la necesidad, a su vez, de cambios en los modelos contables¹⁴. Este autor describe una serie de síntomas que presenta un sistema (funcional) de costes caduco (Cooper, 1989, p. 77):

1. Los resultados de las ofertas son difíciles de explicar.
2. Los precios de los competidores parecen excesivamente bajos o irreales.
3. Los productos difíciles de fabricar muestran elevados beneficios.
4. Los responsables de los departamentos (operativos) desean abandonar productos que parecen tener beneficios.
5. Los márgenes de beneficios son difíciles de explicar.
6. La compañía tiene una muy buena posición en el mercado por sí misma.
7. Los clientes no se quejan ante el aumento de los precios.
8. El departamento de contabilidad utiliza mucho tiempo suministrando datos sobre costes para proyectos especiales.
9. Algunos departamentos utilizan sus propios sistemas de costes.
10. Los costes de productos cambian debido a cambios en la legislación sobre contabilidad financiera.

En definitiva, se podría diagnosticar la situación a la que se enfrentaba la Contabilidad de Costes y de Gestión como de falta de utilidad de la información

¹⁴ Ahora bien, en trabajos de la década de los sesenta ya se ponía de manifiesto el aumento de la complejidad de la industria y la necesidad del control de la eficiencia (Mattessich, 1962).

suministrada ante la necesidad de aumentar la competitividad mediante una explosión en la variedad demandada por el mercado, que exige mejorar la eficacia y eficiencia de la función de producción, unida a un aumento de los costes indirectos, de la incertidumbre y por lo tanto de la demanda de información del propio proceso productivo.

Desde nuestro punto de vista el remedio consiste en recoger, evaluar, depurar, procesar, razonar, suministrar y almacenar la información, tanto técnica como económica, en el formato, lugar y tiempo precisados.

La actividad en la mayoría de las empresas está dificultada por el efecto de la variabilidad y de la diferenciación, de lo que podríamos denominar "diversidad conocida" de la producción común¹⁵, puesto que sí es posible, por lo general, conocer, cuantificar y explicar dicha diversidad. Durante los últimos años ha habido un cambio impuesto por el mercado hacia la búsqueda de economías de alcance, en sustitución de las economías de escala, lo que ha supuesto asumir nuevos retos y por lo tanto estrategias diferentes.

Si fabricásemos, por ejemplo agua, todo el proceso estaría perfectamente definido, serían necesarios dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, con un consumo determinado de energía en un proceso preestablecido, en un entorno de fabricación estable y determinado a partir de dos materias primas, un solo proceso y un único producto. El proceso se repetiría de manera permanente y continuada, y asimismo la estabilidad impregnaría al sistema de información puesto que las variables del modelo son limitadas, lo que permitiría mantener de manera sencilla un umbral de información estable para cada decisor a lo largo del tiempo.

Sin embargo, no todas las empresas que acuden al mercado lo hacen bajo unas premisas de determinismo absoluto, tal y como se establecen en el ejemplo anterior¹⁶. Estas variaciones, según su origen pueden clasificarse en:

1) Deseadas: la estrategia de la empresa en el mercado lleva a buscar la diferenciación frente a la competencia.

2) Inevitables: existen procesos, materiales, circunstancias cambiantes que incorporan incertidumbre a las decisiones.

¹⁵ En adelante utilizaremos preferentemente el término *producción heterogénea* como equivalente a *producción común*, pero que igualmente supone una diferenciación frente a la *producción conjunta*.

¹⁶ Debido en ocasiones a la existencia de procesos de aprendizaje.

Esta diversidad, que afecta al responsable de la producción y a los costes¹⁷, se clasifica según su naturaleza en tres grupos:

1) Variedad en los *inputs* (diferenciación en materiales). Este tipo es fácilmente explicable en aquellas empresas que trabajan con materias primas naturales y que pese a poder realizar un control en el momento de adquisición de las características de las mismas siempre existe un rango de variación aceptado, que puede condicionar el proceso y, por lo tanto, las decisiones de producción.

2) Variedad en los procesos (diferenciación en procesos). Generalmente, no siempre, es consecuencia de la diversidad de productos. La existencia en un taller de diferentes máquinas permite la realización de idénticas tareas en condiciones diferentes.

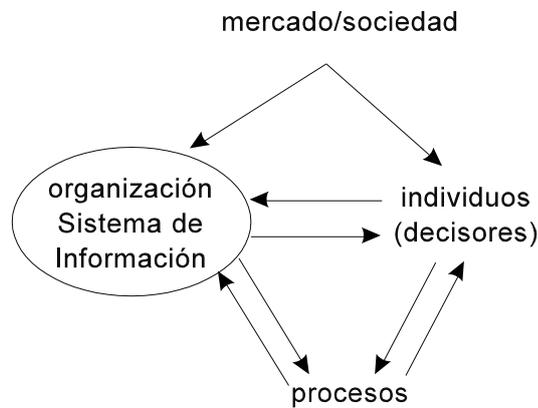
3) Diferencias en los *outputs* obtenidos (diferenciación en productos), o heterogeneidad del producto. Entendida ésta en cuanto a que la demanda obliga a constantes cambios en los productos pudiendo ser el caso de que no tengan características comunes.

El sistema de información, en definitiva, debe recoger esta diversidad o heterogeneidad puesto que en caso contrario aparecerían desequilibrios que, por efecto de las propias decisiones, afectarían a la organización provocando ineficiencias y disfunciones que impiden alcanzar los objetivos predefinidos.

Además, tal y como reflejamos en la figura 2, la información debe provenir tanto del interior de la empresa como del exterior, del mercado o de la colectividad o sociedad, configurando un sistema central con información organizada que dé servicio de manera segregada a todos los integrantes de la organización según su función y, además permita un seguimiento de las actuaciones de realimentación (*feedback*).

¹⁷ Hout y Stalk (1990, p. 41) hacen referencia a los *costes de la variedad*: "los costes de una organización, ya sea una fábrica o una empresa de servicios, son muy sensibles a la cantidad de variedad o complejidad que se está tratando de gestionar. En el caso de una fábrica, los costes son muy sensibles a la variedad de productos que la empresa está produciendo. Imagine la más simple de las organizaciones -una organización que hace una sola cosa para un único cliente-. Si fuese una fábrica, sería muy fácil de dirigir. Se fabricaría un producto día tras día. Puesto que al no existir cambios, las pérdidas por *set-ups* serían mínimas.[...] Desgraciadamente este paraíso puede ser destruido al añadir productos adicionales para satisfacer a los clientes adicionales. Es difícil mantener la producción de un producto singular en una velocidad estable cuando debe ser satisfecha la demanda de otros. Ahora habrá cambios que requieren una programación y personal para realizarlos. Se perderá tiempo en '*set-ups*'. La calidad será ahora más cara, puesto que cada cambio tiene que ser ajustado en su tolerancia adecuada".

Figura 2
Información y flujo del proceso



Fuente: elaboración propia.

Aunque el grado de complejidad soportado en el diseño del sistema de información contable depende directamente del número y la importancia observada en los factores de diversidad, sólo es necesario que aparezca un cierto grado de diversidad en algún grupo de los señalados anteriormente para que sus implicaciones en el modelo de costes lleven a desviaciones si no son recogidas. Un ejemplo en este sentido es la posibilidad de que el hecho de trabajar productos distintos en un mismo equipo que implica consumos de recursos que no guardan proporción con las dimensiones de cada producto, considerado individualmente, expresadas en tamaño o peso, por lo tanto si el modelo de costes no recoge esta "falta de proporcionalidad", estaríamos asumiendo un error¹⁸.

Según Hayes (1997)¹⁹ es el entorno de la empresa el determinante de la dificultad a la que hacemos referencia, de ahí la importancia de caracterización del mismo, análisis que podemos realizar a partir del análisis de tres dimensiones: dinamismo, heterogeneidad y hostilidad²⁰.

La heterogeneidad puede resumirse en la siguiente idea: pese a estar produciendo un rango pequeño de productos mediante pocos procesos, existen diferencias que se materializan en variaciones en la velocidad de proceso, que por un lado añaden incertidumbre a la programación de la producción, y por otro, desde la perspectiva de la

¹⁸ Se trata de la metodología de suplemento de costes o *cost plus* (Baxter y Oxenfeldt, 1968, p. 293).

¹⁹ En Aibar, (1997, p. 47).

²⁰ Véase Gordon y Miller (1992).

Contabilidad de Costes, si no se recogen dichas diferencias llevarían a un efecto de subvenciones cruzadas²¹.

En definitiva, se concreta en la necesidad de una mayor desagregación de la información contable, que haciendo hincapié en las relaciones causa-efecto técnicas provea de información económica reduciendo las distorsiones causadas por la diversidad y todo ello en un entorno de elevada competitividad, en el que por lo tanto el objetivo es la satisfacción del cliente y con una tecnología en constante evolución, tanto la productiva como la relativa a la información, que permiten una reducción en los costes.

La contabilidad basada en actividades , junto con el coste del ciclo de vida del producto y la investigación sobre costes variables a largo plazo han entrado a formar parte de la literatura en Contabilidad de Costes, junto con los conceptos de producción justo a tiempo, sistemas flexibles de fabricación, producción asistida por ordenador, gestión de la calidad total, gestión total de la producción, entre otros, en la literatura de la organización de la producción.

Así, según el *Computer Aided Manufacturing- International (CAM-I)* "la Contabilidad Basada en Actividades es un conjunto de información sobre el rendimiento operativo y financiero que versa sobre las actividades importantes de la empresa. Las actividades representan tareas repetitivas desarrolladas por cada grupo especializado dentro de una empresa cuando ejecuta sus objetivos", en esta definición se establece implícitamente un concepto básico en nuestra disciplina, la económico-contable, que es el de la dualidad²². El modelo de costes ABC se apoya en esa dualidad a partir del razonamiento siguiente: los productos son un conjunto de actividades (faceta técnica) que tienen un efecto directa en los ingresos y en los costes (faceta económica).

Es decir, recoge la idea que ha sido plasmada en la Teoría de Producción económica (Dixon *et al.*, 1983, p. 262) que "relaciona las funciones de costes con las funciones de producción, y que establece que bajo las hipótesis de minimización de costes es posible deducir la función de costes dada una función de producción. Debido

²¹ Johnson, 1988, p. 312 hace referencia a la existencia de subvenciones cruzadas desde la perspectiva del establecimiento de un "precio interno", en la consideración de lo que Merli (1990, p. 107) define al caracterizar un sistema JIT de un sistema orgánico, con centros de beneficios y contabilidad global: "el sistema de organización se basa sobre el concepto de sistemas orgánicos, consistentes en unidades que mantienen entre sí relaciones proveedor-cliente".

²² La palabra dualidad es usada muy regularmente en economía. "Generalmente se refiere a la relación entre dos construcciones teóricas. Se dice que son duales si todas las consecuencias importantes de una son deducibles del conocimiento de la otra y viceversa. Por ejemplo, aquellos que estéis familiarizados con la teoría de la programación lineal, los problemas se pueden enfocar desde la minimización y maximización"(Dixon *et al.*, 1983, p. 261).

a la dualidad, si podemos medir los parámetros de la función de coste entonces podemos calcular los parámetros de la función de producción. Sea cual sea el objeto de la investigación de la función de producción, esta puede conocerse también mediante la función de costes. Ahora, ¿cuál es el objeto de la investigación de las funciones de producción? Nos permiten obtener las ecuaciones de demanda del input. Dada la función de producción (o del coste), podemos obtener ecuaciones que muestran cómo varía la demanda de factores".

Sin embargo en los últimos tiempos el modelo *ABC*, pese a ser un cambio en relación a los planteamientos de los modelos tradicionales, ha recibido críticas por diversos autores. Éstas van desde el cuestionamiento del propio nombre del modelo (Johnson, 1991), hasta problemas con el mantenimiento de asignaciones arbitrarias de costes indirectos, su carácter histórico, la falta de utilidad a largo plazo, su complejidad no compensa su implantación en sistemas productivos con una serie reducida de productos, costoso en sí mismo y por la necesidad de personal especializado (Johnson *et al.* 1991, Piper y Walley (1991), Díaz Martí *et al.* 1994); o también se ha explicado que los fracasos en la implantación del *ABC* se debe más a barreras estructurales (Roberts y Silvester, 1996) e incluso también fracasos en la implantación del modelo de gestión *ABM* (Player y Keys, 1995²³).

Además, Piper y Walley objetan que no informa de los costes relevantes de cada decisión, que debería predecir los gastos, los costes tradicionales no son un argumento ficticio, contiene una tautología, considera que precisión equivale a realidad y posee una lógica ficticia²⁴.

Desde nuestra perspectiva concentraremos los esfuerzos en resolver dos de los problemas que han motivado esas críticas que pensamos que pueden eliminar las restantes:

- 1) Reducción (aún más si cabe) de las asignaciones arbitrarias.
- 2) Determinar y minimizar el coste explícito de su implantación.

²³ Player y Keys en su trabajo "*Lessons for the ABM Battlefield*" exponen diez causas que hacen fracasar la implantación de un *ABM* (o de cualquier sistema de información) desde su comienzo:

- 1) Falta de responsabilización de la alta dirección,
- 2) falta de comprensión de las tres perspectivas del coste,
- 3) ausencia de objetivos claros,
- 4) el proyecto *ABM* está dirigido por una persona con mentalidad financiera,
- 5) falta de implicación de los empleados,
- 6) precariedad presupuestaria,
- 7) insuficiencia de entrenamiento,
- 8) "los consultores nos lo hicieron",
- 9) ausencia de expertos en gestión de costes,
- 10) inexistencia de una conexión entre el modelo *ABM* y *JIT*, *TQM*, *BPR* u otras iniciativas de gestión.

²⁴ Recogido en Martín Peña (1995).

En la búsqueda de una solución a esta problemática manifestada anteriormente nuestra tesis es proponer la utilización del tiempo como elemento primordial de gestión, lo cual nos permitirá homogeneizar las distintas circunstancias de producción, en el bien entendido de que cuanto mayor sea la diversidad, mayor será el flujo de información requerido en la organización para tomar decisiones.

1.2.2 Gestión basada en el tiempo

El estudio del tiempo tiene una importancia suprema en la vida económica; sin embargo, pese a que en disciplinas como Organización de la Producción, la Sociología de la Organización, la Teoría Social y, lo que es más importante desde nuestra perspectiva, en Economía existe una importante tradición en lo que se refiere a su estudio (Shackle, 1958; Castañeda, 1968²⁵; Sharpe, 1981; O'Driscoll y Rizzo, 1985; Blyton *et al.*, 1989) no se puede decir lo mismo de la disciplina contable aunque sí existan aportaciones de autores como Chambers (1985), Charney (1991), Loft (1991 y 1995) y Ezzamel y Robson (1995).

En general la percepción del tiempo en Contabilidad tiene un sentido newtoniano²⁶; el tiempo es una entidad autónoma, lineal, homogénea, infinitamente divisible y objetiva, y por lo tanto permite mediante su aplicación al registro de eventos, que estos sean duraderos, heterogéneos, cualitativos, indiscutibles y con frecuencia cíclicos²⁷. El tiempo transcurre independientemente de nuestras prácticas, necesidades y deseos, y su naturaleza lineal permite su medición y registro de acuerdo con una consideración espacial.

Desde una perspectiva dinámica y cuantitativa, el tiempo es tiempo de instrumentos de medición como el calendario, los horarios, las programaciones, y sobre todo el reloj²⁸. En las sociedades industriales el reloj ejerce su papel de máquina

²⁵ Para Castañeda el tiempo es diferente al espacio, "*su ausencia o presencia [del tiempo] en los esquemas teóricos es decisiva y afecta profundamente a la correspondencia de esos esquemas y conclusiones con la realidad. Ahora bien, la introducción del tiempo entre las variables del análisis económico complica grandemente los problemas, y por eso, durante mucho tiempo, los economistas no han distinguido conscientemente entre sus conclusiones y aportaciones, las que prescinden de la categoría temporal, de aquellas otras en las que está presente*"

²⁶ En contraposición a su consideración en la Física Cuántica.

²⁷ Ezzamel y Robson, 1995, p. 150.

²⁸ El reloj "*sirve como una tecnología crucial de coordinación y control. La constante omnipresencia de los relojes, su utilización como mecanismo organizativo de acuerdo con el que programamos nuestras vidas, la forma en que se filtra el tiempo de reloj en el tiempo de ocio, refleja la concepción occidental del tiempo como mercancía. La consideración de mercancía lleva inexorablemente a un sentido del*

dominante, utilizada para marcar el comienzo y final de la producción resultantes de su esencia de precisión, control y disciplina²⁹.

Desde una concepción lineal, esta esencia del tiempo permite, asociado a una actividad, su utilización como unidad de valor³⁰ o mercancía y por tanto, elemento crucial del proceso de presupuestación al establecerse como referencia en la elaboración de estándares de consumo de factores y definición de volúmenes de producción³¹. La definición de estándares mediante el estudio de tiempos y movimientos determina la frecuencia de una tarea en particular ejecutada por operarios o máquinas contra el reloj, bajo la premisa de un ritmo eficiente y constante. Estos estándares son más importantes cuando se requiere una sincronización de las actividades como condiciones indispensable para lograr la uniformidad que permita minimizar los cuellos de botella y además defina un determinado nivel de calidad.

Desde una concepción cíclica, se considera el tiempo lineal bajo la premisa de un movimiento oscilatorio interminable, repetitivo, análogo a un péndulo que refleja la idea de ciclo o periodo que permite la delimitación de distintos intervalos "lineales" de tiempo para el establecimiento de previsiones o la comparación de los acontecimientos acaecidos, y su evaluación con las previsiones tal y como se plantea en el ciclo presupuestario en Contabilidad de Gestión³².

En el ámbito de la Contabilidad, un trabajo que observa el tiempo desde una perspectiva diversa, incluidos los procesos de aprendizaje o experiencia, es el de Chambers (1985); si bien, realiza un rápido examen del tiempo como objeto de estudio

tiempo como un recurso escaso. El tiempo se convierte en un recurso crucial tan importante como el dinero" (Blyton et al., 1989, p. 2). Es decir, el saber popular dice que "el tiempo es oro".

²⁹ Según Ezzamel y Robson (1995, p.155) la investigación contable emplea sistemas unitarios de tiempo arraigados en el calendario y en el reloj. Esto ha llevado a la aparición de varias ramas de investigación que se relacionan con una o más de las dimensiones del tiempo de reloj:

- 1) Estudios "libres de tiempo", de corte transversal: Buscan la identificación de comportamientos regulares en las prácticas contables en las organizaciones que se presumen ser independientes de la dimensión *tiempo real*,
- 2) estudios "en tiempo real" y "a lo largo del tiempo": Son estudios longitudinales que buscan recoger la dinámica de los cambios y sus implicaciones para el diseño y la utilización de sistemas contables,
- 3) estudios de "retrasos": Se fijan en las situaciones cambiantes, con la diferencia de que el investigador examina el impacto de un estímulo particular sobre el sistema, y
- 4) estudios "de horizonte temporal": Tienden a examinar parámetros de Contabilidad específicos sobre horizontes de tiempo pasados o futuros, tales como análisis de series de tiempo de variables contables que buscan identificar las propiedades intertemporales de las cifras contables.

³⁰ *"El valor imputado al tiempo y a los métodos de control de tiempo en las organizaciones ha producido un aumento de la conciencia del mismo. Por ejemplo, la gestión del tiempo no es simplemente una cuestión de controlar el presente. El control del tiempo presente presupone la proyección del futuro en el presente"*, Ezzamel y Robson, 1995, p. 151.

³¹ Con base en el concepto de flujo por unidad de tiempo.

³² En este sentido es básica la delimitación de los periodos o unidades de tiempo ya que influye en el análisis y en la visión de los hechos.

en el ámbito de la Contabilidad Financiera³³, de su historia y de los trabajos más destacables desde Pacioli.

La importancia del tiempo en los modelos de gestión actuales queda de manifiesto en la afirmación de Charney (1991, p. 1)³⁴: "*Cómo hacer más' se enfatizó en los sesenta, 'cómo hacerlo más barato' fue importante en los setenta, 'cómo hacerlo mejor' fue el tema de los ochenta, y 'cómo hacerlo más rápido' será la clave en los noventa*". En relación al tiempo, la dedicación de esfuerzos entre los investigadores en el ámbito de la ciencia del *management* han fructificado en el análisis de los plazos de entrega, la reducción de la duración de los ciclos de vida del producto, establecimiento de fechas de entrega y su relación con los parámetros de producción³⁵.

En definitiva, después de tres décadas (hasta el final de los ochenta) se ha establecido la relación conceptual entre coste, calidad y tiempo como determinante de la realidad de la empresa de éxito en la década de los noventa³⁶, materializada en las filosofías de la producción justo a tiempo³⁷ (*Just In Time -JIT*) y gestión de la calidad total (*Total Quality Management -TQM*), y la consideración de las siguientes estrategias emergentes³⁸:

- Estrategia basada en el tiempo (*Time Based Strategy*).
- Fabricación Global (*Global Manufacturing*).
- Integración total del negocio (*Total Business Integration*).

Una revisión de la bibliografía en el ámbito de la gestión basada en el tiempo consideraría los trabajos de Stalk (1988), Darlington *et al.* (1992), Bokkerstette y Shell (1993), Daniels y Essaides(1993), Shank y Govindarayan (1993), Miller y O'Leary (1994), Anthony y Govindarajan (1995), Ezzamel y Robson (1995), Hum y Sim (1996) y Mouritsen y Bekke (1999). Si se observa sus implicaciones en los modelos de organización, entre otros podemos consultar, entre otros, los trabajos de Miller y

³³ El tiempo está considerado intrínsecamente en la Contabilidad al tratarse de una técnica de registro.

³⁴ En Duenyas y Hopp, 1995. Hacen referencia a los trabajos de Schmenner (1988), Blackburn (1990), Hout y Stalk (1990) y Thomas (1990 y 1991) que claramente confirman esta observación.

³⁵ Véanse, como ejemplo del papel en el ámbito productivo, los trabajos de Ventura y Weng (1995), Jacobs y Brusco (1996), Schutten *et al.*(1996), entre otros.

³⁶ El tiempo puede estar íntimamente relacionado con la calidad puesto que puede depender de la velocidad con la que se realicen las actividades de fabricación de un producto o de prestación de un servicio.

³⁷ Tal y como manifiestan Hout y Stalk "*a mediados de los ochenta, las compañías japonesas líderes y alguna empresa pequeña norteamericana y europea demostraron el poder de dos nuevas dimensiones de ventaja competitiva: variedad a bajo coste y rápida respuesta. Estas compañías líderes están reduciendo el tiempo requerido para fabricar y distribuir sus productos. Más importante, están también recortando significativamente el tiempo requerido para desarrollar e introducir nuevos productos*".

³⁸ Véase Merli, 1990, p. 113.

Vollmann (1985), Maskell (1986b), Foster y Horngren (1987), Cocker (1989), Harris (1990), Hout y Stalk (1990), Blackburn (1991) y Blackburn y Wassenhoue (1993).

La primera referencia explícita al término *competencia basada en el tiempo* se le atribuye a Stalk (1988) que considera que la feroz competencia llevó a la necesidad de dirigir a las empresas con una estrategia competitiva orientada hacia la variedad a introducir nuevos productos en una mayor diversidad a gran velocidad, originando la aparición del paradigma competitivo más reciente: la competencia basada en el tiempo.

Esta orientación hacia la utilización del tiempo se realiza en el sentido del empresario o gerente, quién en un intento de racionalizar las tareas y optimizar la eficiencia de sus instalaciones justifica decisiones en el ahorro de tiempo de aprovisionamiento, de fabricación y de comercialización, tanto real como potencial³⁹. En ocasiones, tal y como recogen Foster y Horngren (1988a), la preocupación generada por la inexistencia de un modelo de costes (por ejemplo por la ausencia de mediciones reales por la imposibilidad de realizarlas) se reduce mediante la optimización de los recursos⁴⁰ favoreciendo la faceta comercial (priorizar la satisfacción del cliente) sobre la productiva. Según Davies (1991)⁴¹: "*El tiempo puede ser gastado, vendido, repartido, ahorrado o consumido con inquietud. Puede ser localizado, valorado, perdido o conseguido. El tiempo en un sentido tiene valor económico: el tiempo es dinero*".

Por tanto las ventajas que básicamente apoyan un modelo de gestión basada en el tiempo son las siguientes:

1) La orientación hacia el cliente que implica la reducción del tiempo en cada fase de la fabricación (incluido el diseño) del producto y de su comercialización (Hum y Sim, 1996, p. 75).

2) La existencia de un modelo o filosofía de gestión muy desarrollado, el *JIT* que optimiza los flujos de materiales en los procesos de producción.

3) La facilidad de entender por parte de los gerentes y mandos intermedios la importancia del tiempo como recurso. Sirva como ejemplo la tendencia a recortar las fases de los ciclos de producción.

4) La posibilidad de utilizar el tiempo como criterio de reparto de costes indirectos, es decir, traducir el tiempo en coste.

5) La disponibilidad de sistemas avanzados para la medición del tiempo.

³⁹ La consideración en el ámbito académico de la "gestión basada en el tiempo" es posterior a la necesidad y al "acto de lógica aplicada" en la empresa que da como resultado su utilización.

⁴⁰ En palabras del empresario o gerente: *no se cuanto me cuesta pero lo hemos hecho en el menor tiempo (lo mejor) posible*.

⁴¹ Recogido en Mouritsen y Bekke, 1999, p. 160.

Además, la necesidad de vender y la existencia de clientes con un sistema de producción *JIT* condiciona a las empresas proveedoras de productos a seguir si no la misma metodología de gestión, sí metodologías que tengan el tiempo como principal referencia.

La metodología de evaluación de las tareas desempeñadas en función del tiempo consiste en la utilización de medidas de productividad y su representación en el ratio de productividad, definido como la relación entre la cantidad de factores consumidos entre la cantidad de producto obtenido referido a un periodo de tiempo⁴². De hecho, los responsables de producción consideran como una de sus prioridades, si no aumentar, sí mantener el ratio de productividad dentro de unos márgenes.

A su vez, este ratio de productividad se puede presentar tanto desde una perspectiva operativa, si se miden los factores y los productos en unidades físicas, como financiera, si la medida es en unidades monetarias.

Estas ventajas están confirmadas por Mouritsen y Bekke (1999)⁴³ al afirmar que la continua atención al tiempo puede incrementar la velocidad (productividad) y puntualidad (secuenciación), que, si se generaliza a todos los aspectos de las actividades de la empresa, puede mejorar la competitividad. Cabe destacar que en este trabajo se aprecia una evaluación comparada entre la Contabilidad de Costes y la gestión basada en el Tiempo, planteando ambas metodologías como sustitutivas.

Por este motivo Mouritsen y Bekke mencionan el trabajo de Hout y Stalk (1990)⁴⁴ en el que pusieron de manifiesto que "los mandos intermedios trasladan su punto de vista de los costes al tiempo, y sus objetivos desde el control a la optimización funcional para proveer de recursos para reducir el tiempo en toda la organización (a lo largo de toda la organización)⁴⁵" y "el tiempo, como un arma estratégica es dinero, productividad, calidad, e incluso innovación". Siempre se ha dicho que la gestión del tiempo es útil en todas las áreas de la gestión, y que puede reemplazar otras técnicas de gestión como la contabilidad de costes⁴⁶: "El tiempo es una herramienta de gestión más

⁴² Ver Hansen y Mowen (1999), p. 951.

⁴³ En este trabajo, Mouritsen y Bekke exponen el caso de una sociedad compuesta por siete empresas que cambió su sistema de gestión drásticamente, buscando una solución a los problemas ocasionados por la gestión individualizada de cada planta, lo que llevaba a una "aparentemente incapacidad para asegurar el flujo del proceso e inversiones mínimas en inventario así como esto hizo poco para conseguir la cooperación entre las distintas factorías", lo que les llevó a reformar el sistema de gestión de la producción con la finalidad de disminuir los tiempos de proceso, para reducir inventarios y acelerar los ciclos productivos.

⁴⁴ *Op. cit.* p. 160.

⁴⁵ Hout y Stalk, 1990, p. 37.

⁴⁶ *Op. cit.* p. 192.

útil que los costes.[...] La mayor ventaja del tiempo como herramienta de gestión es que fuerza a realizar un análisis a un nivel físico [...] Esta manera física de observar el negocio da a los gerentes más poder y perspicacia en la búsqueda de caminos para mejorar los resultados que lo que puede dar la contabilidad de costes [...] Una vez que un gerente observa como discurre el tiempo en unas instalaciones, el o ella puede empezar a convertirlo en oportunidades de reducción de costes. Pero observando el análisis de costes lo primero que se suele hacer es decir a nadie donde se ahorra tiempo".

Desde nuestro punto de vista, no se trata de metodologías sustitutivas (tiempo y costes) sino que, dentro de los posibles modelos formales que presenta la Contabilidad de Costes y de Gestión según sus finalidades, se puede orientar hacia la consideración del tiempo, con sus modificaciones pertinentes a la hora de adaptarlo a cada realidad concreta (empresa), como criterio de reparto de los costes indirectos. Por este motivo, intentamos medir el tiempo e incluso convertir en tiempo todo aquello que influye a la organización. Desde nuestra perspectiva, es el equivalente a convertir en dinero todo lo que acontece.

1.2.2.1 Características de las empresas con estrategias de competencia basada en el tiempo

Hum y Sim (1996, p. 78) hacen una revisión de la literatura relativa al paradigma de la Gestión Basada en el Tiempo, comenzando por describir a este tipo de empresas, para lo cual referencian la descripción recogida en el trabajo de Daniels y Essaides (1993):

"Una buena descripción general de una compañía cuya estrategia se basa en el tiempo es aquella que tiene una estructura directiva amplia; toma decisiones documentadas rápidas; hace un uso extensivo de las tecnologías de la información; reduce el tiempo necesario para todos los procesos del negocio; ha reducido costes; ha aumentado productividad; pone tanto interés en los clientes como en los proveedores; ofrece variedad a bajo coste; ofrece una línea de productos amplia; cubre varios segmentos de mercado en su industria; ofrece tiempos de respuesta rápidos; introduce nuevos productos frecuentemente, coge a la competencia desprevenida; implementa rápidamente planes e ideas para nuevos productos; tiene ofertas de productos más recientes que la competencia; aumenta rápidamente la sofisticación tecnológica de sus

productos; ofrece los productos más tecnológicamente adelantados disponibles en el momento".

Dichos autores amplían, además, la citada descripción para las siguientes características a partir de los trabajos de Davis (1987), Stalk (1988), Hout y Stalk (1990) y Blackburn (1991)⁴⁷:

1) La competencia basada en el tiempo supone una estrategia de interés por el cliente y una rápida introducción de nuevos productos, junto con la competencia en calidad y costes.

2) Estas compañías se consideran como parte de un sistema integrado, una cadena de puntos de operación y decisión que continuamente distribuyen a sus clientes.

3) En general las políticas y prácticas difieren de los productores tradicionales en tres dimensiones claves: amplitud del flujo productivo, organización de los componentes de los procesos y la complejidad de los procedimientos de programación.

4) Crean más información y la distribuyen de manera más espontánea entre el mayor número de empleados posibles.

5) Hacen hincapié en la respuesta sensible a los clientes.

6) Los operarios que trabajan con cargas de trabajo basadas en tiempos han convertido el tiempo como la clave principal para medir la productividad.

1.2.2.2 Organización de la Producción

Desde la perspectiva de la Organización de la Producción, la fabricación *JIT*, cuyo principal objetivo (Egbelu y Wang, 1989, p. 117)⁴⁸ es la reducción de los despilfarros o mermas mediante la mejora en el inventario y el control de la producción, la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas y de los costes, y la mejora del control de calidad. Es un sistema que opera sobre la lógica de que la producción es una reacción ante la demanda presente, que propone la reestructuración de los procesos productivos con la finalidad de mejorar en flexibilidad, velocidad y eficiencia en costes.

Foster y Horngren (1987, p. 19) resaltan cuatro aspectos sobre los que pivota el *JIT*: *"la eliminación de todas las actividades que no añaden valor a un producto o*

⁴⁷ Hum y Sim (1996, p. 78).

⁴⁸ En definitiva, se propone disminuir los tiempos de *set up*, que permita disminuir el tamaño de los lotes, lo que lleva a la reducción de los inventarios, siendo el principal objeto del trabajo la explicación del efecto de la programación de la producción en los sistemas de fabricación *JIT*. Una característica básica de este sistema de fabricación es que son las fases finales las que comienzan el proceso productivo ("*pull*") frente a los sistemas tradicionales en los que el proceso productivo arranca desde los almacenes de materias primas ("*push*").

servicio; un compromiso con un alto nivel de calidad haciendo las cosas bien la primera vez ya que no se permite la utilización de tiempo para repetir el trabajo; un compromiso con la mejora continua en la eficiencia de una actividad; y finalmente, el énfasis en la simplificación y la mayor observación para identificar actividades que no añaden valor".

De acuerdo con estos autores los aspectos fundamentales del *JIT* son los siguientes:

- Todas las actividades que no añaden valor a un producto o servicio son eliminadas. Esto incluye fijar como objetivos la reducción o eliminación de actividades o recursos.
- Hay un compromiso por alcanzar un alto nivel de calidad - es esencial hacer las cosas bien a la primera cuando no existe margen de beneficio para repetir la operación.
- Se buscan mejoras continuas en la eficiencia de las actividades.
- Se da una gran importancia a la simplificación y al incremento de la visibilidad de las actividades que añaden valor.

Obviamente la aplicación de la producción *JIT* tiene repercusiones en la planificación y en el control de los costes ya que los ingenieros de planta y los diseñadores del producto *"tienen un papel muy importante en la planificación de los costes. Su intención es diseñar el producto y la línea de producción con una mezcla de costes, calidad, fiabilidad en la entrega y flexibilidad que sea reflejo de la estrategia de la alta dirección"* y siguen afirmando Foster y Horngren que se realiza una actividad de reducción de costes, actividad que se realiza antes y después de iniciada la producción.

Tal y como afirma Bromwich y Bhimani (1994, p. 47) de acuerdo con la interpretación que los contables han hecho de este sistema, *"existe la necesidad de adecuar los procedimientos de costes para evaluar correctamente los beneficios del JIT. En la evaluación de las propiedades de un sistema de costes que recoja las consecuencias debe existir la expresión de los beneficios deseados del JIT. Estos deben abarcar un compromiso con un elevado nivel de calidad, la mejora continua en los procesos productivos y el producto final, la simplificación y creciente visibilidad de las actividades operativas y la reducción de una variedad de costes incluyendo la disminución de los costes de capital circulante, inventarios, movimiento de los inventarios y recogida de datos"*.

En este caso y de acuerdo con su base *"pull"*, *"el cálculo de costes se realiza centrándose primero en el output y posteriormente se retrocede cuando se aplican los*

*costes a las unidades vendidas y almacenadas, frente al cálculo de costes tradicionales que trazan los costes a través de la producción en curso y semiterminada a partir de la introducción de las materias primas en el proceso productivo*⁴⁹" (Foster y Horngren, 1988a).

El control de costes comienza con el inicio de la producción, y las fuentes de información para las actividades de control de costes incluyen las siguientes:

- La observación directa por parte de los trabajadores de la línea de producción,
- las medidas financieras del rendimiento (la rotación de inventarios, los costes estándares), y
- las medidas no financieras del rendimiento (tiempo de proceso, de ajuste, porcentaje de productos defectuosos).

En definitiva, en las plantas de producción JIT hay un aumento considerable de la observación directa y de las medidas no financieras que suponen un importante cambio con respecto a las utilizadas tradicionalmente, tal y como se recoge en la tabla 1.

En la literatura de la gestión basada en el tiempo hay una necesidad de reconocer que la competencia basada en el tiempo es una extensión de la producción *JIT*, tanto en operaciones en planta como en administración⁵⁰ (Blackburn, 1991). La filosofía de mejora continuada ha sido considerada como un factor de éxito clave para tomar parte en la competencia basada en el tiempo (Hout y Stalk, 1990; Tucker, 1991; y Blackburn, 1991; McIlhattan, 1993).

⁴⁹ *Backflushing Accounting* (Bromwich y Bhimani, 1994, p. 48).

⁵⁰ Los sistemas *JIT* incluyen dos conjuntos separados de actividades: *JIT* compras, que intenta ajustar la adquisición y recepción de los materiales suficientemente a su utilización que reduce los inventarios de materias primas hasta cerca de su eliminación, y el *JIT* de producción de acuerdo con la demanda.

Tabla 1
Medidas de ejecución tradicionales y JIT

Tradicional	JIT
Mano de obra directa: eficiencia, utilización, productividad. Utilización de máquina. Rotación de inventario. Variaciones de costes. Incentivos individuales. Finalización del inventario. Promoción basada en la antigüedad.	Productividad total de la cuenta principal. Cuenta principal del output total (directo, indirecto, personal administrativo). Rendimiento sobre los activos netos. Días de inventario. Coste del producto, especialmente relacionado con los costes de los componentes. Incentivos de grupo. Servicio a los clientes. Promoción basada en el conocimiento creciente y en la capacidad. Ideas generadas. Ideas implementadas. Tiempo guía por producto/familia de productos. Reducción del tiempo de aprendizaje. Número de quejas de clientes. Tiempo de respuesta a la retro-alimentación de los clientes. Disponibilidad de la máquina. Coste de la calidad

Fuente: sobre un trabajo de Huges y Anderson, 1986, en McLattan, 1993, p. 237⁵¹.

1.2.2.3 Implicaciones en la investigación. La trampa del tiempo

La consideración del tiempo como herramienta en los ambientes económicos (programación) que permite materializar la planificación, tiene una consecuencia inmediata en la evaluación de las estrategias, es decir, en los costes, pero también permite con el apoyo de tecnologías de la información de un control ágil⁵² y permanente.

Ahora bien, el tiempo o lo que es lo mismo la productividad, no debe convertirse en un objetivo primario sino sometido al objetivo o los objetivos de la organización en su conjunto. Si consideramos el aumento de la riqueza como objetivo de la gerencia, el hecho de mantener elevados niveles de eficiencia no supone una materialización de dicha riqueza hasta el momento de la venta del producto o servicio. Es decir, la desvinculación de la comercialización con la producción lleva situaciones en las que el síntoma de almacenes de productos terminados llenos pese a ir acompañadas de cuentas

⁵¹ "El espíritu de la relevancia del proceso de producción", septiembre, 1986 (falta el nombre de la revista).

⁵² La identificación rápida, sencilla y sin esfuerzo aparente de las desviaciones.

de resultados con saldos positivos, supone una situación financiera preocupante a corto plazo⁵³. O por el contrario, puede suponer un aumento en la eficiencia buscando la mejora en la competitividad al igual que el resto de sus competidoras mediante procesos de reingeniería.

Stalk y Webber⁵⁴ describen la evolución de estas empresas en tres fases, lo que denominan, "*las tres etapas del tiempo*:"

- *En la primera, la dirección descubre el poder del tiempo, de manera intencionada o no intencionada. El descubrimiento puede venir por una emergencia competitiva, una respuesta a una amenaza de la competencia no prevista, o un experimento aislado en la planta que está intentando resolver un problema.*

- *En la segunda, la organización como un todo descubre el poder del tiempo para desatar la innovación. Todo lo que se puede hacer más deprisa se hace más deprisa, los 'campeones' aparecen por toda la compañía para hacer reingeniería de cualquier proceso. [...] Puede estar lanzando una mayor variedad de productos, pero falla en invertir el tiempo y la energía en buscar nuevas maneras de hacer negocios con los clientes que le daría una ventaja absoluta en aumentar o crear capacidades.*

- *En la tercera, las empresas dejan simplemente de hacerlo todo rápido y ponen la innovación al servicio del cliente".*

Esta conexión entre los aspectos comerciales y los productivos de la empresa y el predominio actual de la faceta comercial, exige que el subsistema productivo ejecute correctamente sus indicaciones. En su trabajo, Stalk y Webber (1993), explican lo que denominan *la trampa del tiempo*, y es que en una revisión de los trabajos relativos a la gestión basada en el tiempo detectaron que la dedicación de considerables recursos humanos y financieros, por varios de los pioneros en la aplicación de la competencia basada en el tiempo, en el lanzamiento al mercado una gran variedad de productos dejó exhaustos a directivos y trabajadores por los procesos de mejora de la competitividad (mediante reingeniería), sin orientación estratégica alguna. Además, pese a estos esfuerzos, no se mejoró significativamente la rentabilidad.

Según Von Braun (1990, 1991) y Hum y Sim (1996)⁵⁵, el problema se debe a la forma en que esas compañías definen este tipo de competencia, olvidándose de las preferencias y necesidades de los consumidores. Para evitar esta trampa finalmente recomiendan una combinación de competencia basada en el tiempo y servicio al cliente,

⁵³ Si bien no compartimos en todo la opinión de Goldratt (1984) sí recoge una buena explicación de estas circunstancias.

⁵⁴ *Op. cit.* p. 100.

⁵⁵ "Trampa de la "aceleración" para Hum y Sim.

maximizando el valor percibido por éste y obteniendo una mayor plusvalía por ello. En este sentido, Hout y Stalk establecen las tres tareas siguientes a realizar por la gerencia (p. 36):

1) Hacer que los sistemas de distribución de valor de la compañía sean 2 ó 3 veces más flexibles y rápidos que el de los competidores.

2) Determinar como sus clientes valoran la variedad y la capacidad de reacción, incidiendo sobre los clientes con más sensibilidad y precio de acuerdo con esto.

3) Preparar una estrategia para sorprender a los competidores con la ventaja en tiempo.

1.3 INVESTIGACIÓN EN CONTABILIDAD DE GESTIÓN

La realidad de una disciplina multiparadigmática (Cañibano y Gonzalo, 1995) precisa situar el paradigma de la competencia basada en el tiempo en relación con los paradigmas vigentes actualmente. En el mencionado trabajo se muestra una visión de estudio de las tradiciones contables, que han sido observadas desde diferentes perspectivas, que, según Cañibano (1997) serían: legalista (aceptación generalizada, lógico y teleológico), económico (cálculo del beneficio verdadero, utilidad y Teoría contable) y formalizado (análisis circulatorio, teoría de la agencia, economía de información y CAMP/HEM). Por su parte, para Belkaoui (1981) los paradigmas son: antropológico inductivo, beneficio verdadero (deductivo), utilidad en la decisión y economía de información), en tanto que Mattessich (1993), destaca entre las tradiciones de investigación son: rendición de cuentas, valoración de la inversión y programa de estrategia en la información.

Retomando la situación actual de la Contabilidad de Gestión, podemos aceptar como obvio que es el resultado de múltiples circunstancias que han acaecido a lo largo del tiempo, circunstancias tanto internas como externas a la disciplina.

1.3.1 Naturaleza técnica y económica de la Contabilidad de Gestión

Para empezar, debemos reconocer que el término Contabilidad de Gestión es un concepto que surge y se constituye en el ámbito académico/investigador. En el mundo empresarial apenas se utiliza, siendo manejado el de Controller o Director de Información (Gimeno y López Viñegla, 1999) cuando se hace referencia a la persona que trabaja tanto con datos técnicos de producción como con datos financieros, y no se

le identifica con el de contable de costes puesto que, en general, la figura de éste se asocia más con la información de costes en su variante relativa a la información financiera.

Este tipo de información, la financiera, es básicamente demandada con una finalidad de fijar precios, valorar existencias para las cuentas anuales, tomar decisiones de fabricar o comprar, control de costes (gastos en ocasiones desde la perspectiva empresarial) entre otros, lo que lleva a definir su finalidad como la de "proporcionar a la gerencia los datos relativos a los costes de producir o vender un artículo o servicio en particular y de las funciones específicas de un proceso, de modo que se logre la eficiencia de este último"(Blanco Dopico, 1994, p. 26) .

Esta definición crea una estrecha relación entre el contable de costes y el gerente, y por delegación de éste con aquella persona interesada en conocer el coste de producir, vender y de las funciones de los procesos. Es decir, el gerente pone a disposición de determinadas personas de la organización (o quizás ajenas a la organización) información relativa a los costes con el objetivo de alcanzar la eficiencia.

Ahora bien, la eficiencia es de dos tipos: técnica y económica, y no necesariamente son equivalentes. La eficiencia técnica se puede definir como (Hansen y Mowen, 1999) la relación entre la cantidad de factores consumidos y la cantidad de producto generado en el proceso, mientras que desde la perspectiva económica se identifica con el valor añadido generado en el proceso en relación con el valor de los factores consumidos (costes). Por lo tanto la relación entre eficiencia y valor añadido no es constante ya que en ocasiones, por ejemplo, se puede elegir entre distintas materias primas para un proceso y la alternativa que menos cantidad física consume no tiene porqué suponer menores costes, por variaciones en la calidad de dicha materia⁵⁶.

En definitiva, coste es un término financiero que interesa a unas personas en concreto de la gerencia, pero no a todas. De hecho, proporcionalmente hay más personas interesadas en información no financiera, si bien en las decisiones vitales para la supervivencia y viabilidad estratégica de la empresa tienen tanto peso unas como otras, o incluso más las financieras, al ser decididas por la alta gerencia.

La complejidad de los procesos a considerar en la estimación de costes y la dependencia del contable de costes de la gerencia, han supuesto por parte del contable un acercamiento hacia aquél a la vez que se aleja de la planta de producción, de la

⁵⁶ De hecho suele ser un punto de fricción entre ingenieros de producción y economistas.

complejidad. Este comportamiento es comprensible, puesto que hasta hace poco las herramientas necesarias para llevar a cabo de forma adecuada este trabajo, tanto en lo que a mediciones como a proceso de datos se refiere, no estaban disponibles.

El contable de gestión debe superar esta complejidad, superar la insuficiencia de información invirtiendo la proporción entre información financiera e información técnica, y elaborar informes tanto para los gerentes preocupados con los valores como aquellos preocupados con eficiencias técnicas.

1.3.2 Naturaleza de la investigación en Contabilidad de Gestión

Por otro lado, el colectivo investigador que ha venido desarrollando su labor en el campo de la Contabilidad de Costes y de Gestión, básicamente externo a los órganos de dirección de la empresa (procedente de la Universidad, las consultoras, etc.), ha adoptado un enfoque preferentemente normalizador frente a una postura positiva, limitado básicamente por las herramientas disponibles y centrada esencialmente en la elaboración de encuestas de todo tipo o en visitas a las empresas durante un corto periodo, solamente el necesario para comprender determinados procesos objeto de estudio.

La perspectiva normalizadora, partiendo de las teorías de organización, ha simplificado la realidad empresarial, aumentando por ello la complejidad de los modelos, cuestión que a su vez ha propiciado su no aplicabilidad en dicha realidad de un modo amplio, es decir, que una vez explicadas las teorías su aplicación ha sido muy limitada.

Desde la perspectiva positivista, la utilización del estudio de casos se suele restringir a la realización de encuestas cuyos resultados revierten sobre el propio colectivo de investigadores y en contadas ocasiones puede mejorar de algún modo la actividad o el valor de la empresa, salvo el hecho de que colaborar con la universidad en una investigación otorga una buena imagen social.

Por lo tanto, es necesaria una investigación más vinculada con la realidad⁵⁷. A tal efecto, nuestro trabajo se concreta en la aplicación del estudio de casos desde una perspectiva mucho más profunda y con lazos de unión más estrechos⁵⁸, durante más

⁵⁷ Véase Kaplan (1983a y 1984a) y Johnson y Kaplan (1988).

⁵⁸ Exige una mayor comprensión por parte del contable de gestión, sin llegar a la empatía considerada según su definición como la participación afectiva, y por lo común emotiva, de un sujeto en una realidad

tiempo, y con mayores riesgos por ambas partes (empresa e investigadores), que permita beneficios mutuos, resultante del intercambio de conocimiento. Un inconveniente importante añadido a este tipo de investigación es la inversión en tiempo necesario para llevar a cabo los trabajos, ya que la formación de los investigadores en la realidad de la empresa en sus distintas facetas, posiblemente exija un considerable esfuerzo desde el lado de la Universidad, mientras que desde el de la empresa precisa de la permanencia de los individuos que participen en los equipos mixtos que se formen.

1.3.3 Los paradigmas contables

De cualquier modo este tipo de investigación también se asienta sobre una base teórica, resultante de la evolución de las distintas teorías organizativas vigentes a lo largo del siglo XX y parte del anterior. A continuación describiremos esa base teórica y sus implicaciones para este tipo de investigación.

1.3.3.1 Teoría Clásica

Los principios en los que se basa la Teoría Clásica se resumen en los siguientes:

1. Existen unas funciones de dirección universales: estimación, planificación, organización, coordinación, dirección y control,
2. la unidad de dirección,
3. la especialización de los operarios,
4. los niveles de control no excederán cinco o seis, y
5. la delegación de responsabilidad.

Ahora bien, estos principios, así como las corrientes que bebieron en sus fuentes - Taylorismo, Fordismo, etc.- han sido fuertemente criticados (por ejemplo Pugh y Hickson, 1989) puesto que la empresa ha evolucionado a lo largo del siglo junto con los mercados, y en definitiva con la propia sociedad, de manera que esta mayor complejidad, condicionada por la necesidad de responder a la demanda, queda fuera de sus parámetros, y por lo que el funcionamiento de las organizaciones inflexibles como las burocráticas o las extremadamente jerárquicas (militares) resulta inadecuado para plantear respuestas viables a los sucesivos nuevos escenarios.

ajena, puesto que se debe mantener en todo momento unos principios de objetividad, confidencialidad, independencia y en la medida de lo posible neutralidad cuasi-absoluta (tal y como se explicará más adelante).

Desde la perspectiva de la utilización del tiempo como variable a considerar, cabe resaltar una falta total de interés, salvo en el establecimiento de periodos para el análisis de la evolución de los resultados.

1.3.3.2 Teoría Neoclásica

En la consideración de los trabajos de Scapens (1984, 1990) el decisor es básicamente un maximizador de utilidad y, por lo tanto, sus decisiones van dirigidas hacia ese fin en un entorno caracterizado por unos mercados competitivos, que a su vez son los escenarios principales del modelo económico dentro del que se encuentra la Contabilidad de Gestión.

Según este autor, la teoría neoclásica ha supuesto un intento de despolitizar la economía basado en conceptos "marginales", o "revolución marginal". Los hechos diferenciales del marginalismo en la economía neoclásica son: la interpretación de los precios como valoraciones marginales y el concepto de costes de oportunidad. El corazón de la teoría neoclásica ha permanecido sin cambios y todavía está profundamente atrincherada en la teoría económica moderna, que asume la maximización de la utilidad como el fundamento motivacional de la acción y la teoría de los mercados como la localización estructural donde se realizan las transacciones. Las asunciones convergen en la tesis de que los individuos y las empresas buscan maximizar sus utilidades (preferencias, deseos) en los distintos mercados, al mejor de los precios, y que ésta es la máquina que dirige todo comportamiento e intercambio, que es la base para la idea del máximo equilibrio (Scapens, 1990). Postulados, todos ellos que han sido objeto de distintas críticas.

En cuanto a la Contabilidad de Gestión, no solo muchos manuales contienen modelos de decisión normativos para alcanzar el óptimo, el comportamiento de maximización del beneficio; por ejemplo la programación lineal, los modelos de decisión de inversiones en capital, los modelos de investigación de la variación de costes, entre otros, sino que además, los principales elementos de la economía neoclásica están recogidos en las teorías positivas de la Contabilidad y de hecho la condicionan.

Los estudios de casos recogidos bajo la economía neoclásica están, sobre todo, relacionados con la exploración del uso de la información contable por los gerentes en las decisiones de planificación y control, y son utilizados por los investigadores para

generar hipótesis las cuales deben ser demostradas por otros métodos empíricos de investigación.

El factor tiempo, aunque gana en importancia con respecto a la teoría clásica ya que subyace en los análisis de la teoría económica, aún no tiene un papel destacable.

Sobre la valoración y la estructura dualista del modelo: la Teoría Neoclásica y la Contabilidad de Gestión

Mattessich (1964a, p. 27) describe el principio de dualidad como la declaración de que una transacción o flujo tiene básicamente dos dimensiones: un aspecto y un contra-aspecto. Además, obviando la utilización de los términos *input-output* y crédito-débito, explica que existen dos criterios para la identificación de un sistema contable, el primero es la descripción cuantitativa de algunos aspectos del fenómeno beneficio-riqueza y el segundo es el aspecto de la dualidad, que se manifiesta en un proceso de dar y tomar como inherente en muchos actos básicos en economía. La producción, el consumo, la venta y la compra, tomar y dar en préstamo, ahorrar e invertir; todos estos fenómenos tiene una base bidimensional y fuerzan, en el curso de su análisis, a utilizar el modelo que mejor se adapta a expresar esa dualidad (p. 138).

La Contabilidad como sistema es un modelo de medición determinista dominado por dos escalas, el cuadro de cuentas -una escala nominal que permite una clasificación bidimensional de los objetos y hechos económicos- y una escala de proporción expresada en moneda de curso legal, que se utiliza para el proceso de valoración, por eso, *"la valoración, el tema central en contabilidad, es un procedimiento por el cual son asignados numerales a los objetos o hechos de acuerdo con unas reglas (a ser discutidas) con la finalidad de expresar preferencias en relación a acciones particulares"*(Mattessich, 1964a, p. 144).

Por lo tanto, cabe la posibilidad de referirnos a esos objetos o hechos desde una doble perspectiva: su naturaleza física y su valoración, contemplados tanto desde la Teoría Económica como desde la Contabilidad de Gestión.

Ahora bien, esta relación queda parcialmente devaluada, ya que las hipótesis de trabajo de la Teoría Microeconómica (divisibilidad perfecta de factores y productos, información perfecta, actual y futura, la ausencia de externalidades, la homogeneidad en la utilidad de cada tipo de factor y de cada tipo de producto, entre otras) no suelen

cumplirse en la realidad. Sin embargo, tal y como ponen de relieve López y Menéndez (1989, p. 13) "*el hecho de que estos supuestos no se cumplan en la realidad no implica que los enunciados de la Teoría Económica sean inútiles en la práctica*", y lo que es más importante desde la perspectiva de nuestra aplicación, "*al contrario, el conocimiento de estos hechos debe servir para apreciar mejor la aplicabilidad de esos enunciados teóricos*". Los citados profesores explican que la Contabilidad de Gestión en algunos aspectos toca temas estudiados también por la Teoría Económica de la Producción y del Coste, y por lo tanto, "*cabe plantearse la conexión entre ambas, con el fin de aprovechar conjuntamente el gran instrumental teórico y el importante caudal informativo que aportan la Microeconomía y la Contabilidad, respectivamente, a estos temas*".

1.3.3.3 Paradigma de la utilidad

Sin duda alguna lo primero a considerar es el marco conceptual en el que se inserta nuestra investigación. Ahora bien, debido a la todavía inexistencia de un marco conceptual formalizado para la Contabilidad de Costes y de Gestión⁵⁹, y considerando las posibles alternativas, el existente para la Contabilidad Financiera es el más cercano a tomar como referencia, aunque existen diferencias como, por ejemplo, el concepto mismo de usuario, ya que no se corresponde completamente el usuario de la información financiera con el de la información para la gestión.

Por lo que respecta al marco conceptual, cabe destacar el efecto que en sus comienzos tuvo la declaración de la *American Accounting Association* (AAA) y la adopción del paradigma de utilidad, que llevó a una serie de consecuencias (Tua, 1991, p. 61) que enumeramos a continuación:

- La progresiva ampliación del concepto de usuario,
- la búsqueda y discusión de los objetivos de la información financiera,
- la aceptación de la posibilidad de establecer diferentes tipos de estados financieros según los diferentes usuarios,
- el incremento de la cantidad y calidad de la información requerida a las empresas,
- el desarrollo de los principios contables y atención especial a la regulación de la contabilidad,
- la aceptación del carácter normativo de nuestra disciplina, y
- el desarrollo de la investigación empírica.

⁵⁹ Debe destacarse el trabajo seguido por AECA que puede desembocar en la elaboración de dicho marco.

Desde la perspectiva de nuestra investigación la aplicación del paradigma de utilidad es asumible, si bien el concepto de usuario de la información se puede establecer desde dos niveles: un primer nivel para aquellos decisores que se encuentran unidos a la organización mediante una relación estable a lo largo del tiempo; y un segundo nivel, en el que se encuentran aquellos usuarios de información cuya relación con la organización es esporádica⁶⁰. El objetivo de la información interna es disminuir o eliminar la incertidumbre asociada a la decisión de cualquier miembro de la organización en la búsqueda de los objetivos de ésta (Livingstone, 1975)⁶¹.

Los informes deberán ser realizados dependiendo de su destinatario, caracterizados por las necesidades de información a satisfacer. Al igual que en el caso de la información financiera, la cantidad y calidad de la información para la gestión debería estar preestablecida, o lo que es lo mismo, regulada de antemano mediante una normativa interna.

La regulación supone un campo de difícil estudio ya que, debido a su naturaleza, en ocasiones la normalización es un inconveniente para la eficacia, por lo tanto, más que resaltar una naturaleza normativa, quizá sea más conveniente resaltar la naturaleza positiva.

Mattessich (1995, p. 162 y ss.) destaca que *"el significado científico y filosófico de positivo implica una teoría libre de juicios de valor (excepto juicios 'pre-científicos', necesarios para la investigación científica en general). En otras palabras, una ciencia pura no puede aceptar juicios de valor como premisas pero puede únicamente encapsularlos en hechos observados"*. Llegando a explicar, una vez más, las diferencias entre Norteamérica y Europa en lo que a la expresión Teoría Contable Positiva se refiere y por otro lado recoge lo que considera que deben ser las principales características metodológicas de esta teoría.

⁶⁰ En la última época se ha procedido a una cierta apertura de las organizaciones hacia el exterior permitiendo en ocasiones que trascienda información que bajo la consideración de interna tiempo atrás no hubiera sido compartida, como por ejemplo en investigaciones de carácter universitario, estudios medioambientales, etc.

⁶¹ *"El flujo de información, por lo tanto, es el concepto clave que explica la relación observada entre incertidumbre y estructura. Con incertidumbre elevada se necesita procesar mucha información durante la ejecución de las tareas, y una estructura flexible o descentralizada es idónea porque lo facilita. Con una incertidumbre baja, la mayor parte del trabajo puede ser planeado, y es apropiada una estructura rígida o descentralizada porque los flujos de información diseñados conducirán a realizar bien los trabajos"* (Livingstone, 1975, p. 59).

Scapens (1990, p. 260 y ss.) diferencia claramente ambos tipos de teorías ya que mientras que las teorías normativas están preocupadas por la prescripción (qué debería pasar), las positivas se ocupan de la explicación y predicción (qué ocurre). Por lo tanto, las teorías positivas están preocupadas por la manera en que las variables interactúan en el mundo real y están bastante distantes de las decisiones normativas, que son dominio de los decisores considerados individualmente.

Es la capacidad de predicción la que importa y se ha criticado que la teoría neoclásica es un modelo abstracto que puede ser utilizado para generar predicciones, o hipótesis, para su demostración empírica. La comprobación de dichas hipótesis provee una evidencia empírica sobre las relaciones entre hipótesis, pero no confirma el modelo subyacente. El modelo es un mero instrumento para generalizar hipótesis o predicciones, pero no es una explicación empírica de los procesos dominantes del comportamiento pronosticado. El poder de tales modelos reposa en sus predicciones no en sus explicaciones (Friedman, 1953 y Machlup, 1967)⁶².

Otros autores que han planteado las mismas ideas, aceptando las limitaciones de la Teoría Neoclásica son Simon (1959), Cyert y March (1963), Cohen y Cyert (1975), Leibenstein (1976) y Williamson (1985). Para resumir tal y como lo plasma Scapens (1990, p. 264): *"La teoría neoclásica fue desarrollada por economistas para predecir las pautas generales del comportamiento económico. Nunca se intentó explicar los procesos de comportamientos individuales. Es más, algunos economistas creen que la teoría neoclásica nunca se podrán utilizar para predecir el comportamiento económico individual, En la investigación de la Contabilidad de Gestión, las teorías positivas según la economía neoclásica puede ser útil para propósitos similares, por ejemplo, predecir tendencias generales en Contabilidad. Pero serán menos útiles en la explicación de los procesos que llevan a las prácticas contables individuales. Es por eso que el estudio de los métodos de investigación individuales tienen un papel particular"*.

1.3.3.4 Economía de la Información

En los enfoques actuales en los que se ha desarrollado el paradigma de la utilidad, y siguiendo a Tua (1991)⁶³, encontramos los siguientes: el inductivo positivista, el deductivo normativo, la utilidad en la decisión-capacidad predictiva, la utilidad en la

⁶² Citado en Scapens (1990).

⁶³ Que tal y como pone de manifiesto *"también podrían haberse denominado paradigmas (en referencia a Belkaoui) o incluso escuelas de pensamiento"*.

decisión-comportamiento agregado del mercado, utilidad en la decisión-comportamiento del usuario individual, el neopositivismo inductivo, la teoría de los hechos y el valor económico de la información.

Por lo que se refiere a la última, a la que nos referiremos como el enfoque de la Economía de la Información, y tal y como recoge Scapens (1985, p. 46), decir que *"fue desarrollada a finales de los 60 y comienzos de los 70 notablemente por Marschak y Radner (1972). Su trabajo estaba sólidamente asentado en la teoría estadística de la decisión que estaba siendo utilizada por los investigadores contables para introducir incertidumbre en sus modelos de decisión; tales como los modelos de investigación de variaciones. La aplicación de la Economía de la Información a la contabilidad de gestión implica la modelización matemática de decisiones relativas a la selección de los sistemas contables. [...] En tales problemas un decisor (o evaluador de información) se enfrenta con una selección de un sistema contable en particular entre los posibles, cada uno sujeto a costes y beneficios inciertos"*.

Además de los mencionados Marschak y Radner (1972)⁶⁴, Wilson (1968), desde el campo de la Contabilidad de Gestión son de destacar los trabajos de Feltham (1968), que introdujo el modelo de teoría de decisión, Feltham y Demski (1970) que modelizaron la decisión del evaluador como un problema de programación lineal y el trabajo de Demski (1970)⁶⁵.

Scapens y Arnold (1986, p. 93) explican el origen de este enfoque en las siguientes líneas: *"bajo condiciones de certidumbre se asume que el decisor dispone de toda la información que necesita, sin coste alguno. Cuando se introdujo por primera vez la incertidumbre en el análisis, los investigadores asumieron que también era posible una especificación completa de la incertidumbre (p.e. mediante una distribución de probabilidad) también sin coste. Pero una vez que se admite la incertidumbre, el coste y el valor de la información no puede ser ignorado. La información puede reducir la incertidumbre revisando la distribución de probabilidades, pero no habitualmente sin coste alguno. Como tales consideraciones sobre el coste fueron ignoradas cuando los investigadores introdujeron la incertidumbre por primera vez en el análisis, sus modelos de decisión se volvieron muy complejos. La Economía de la Información, de cualquier modo, supuso una manera de examinar los costes y beneficios de la información"*.

⁶⁴ Marschak ya tenía referencias en un trabajo previo de 1954.

⁶⁵ Fue el primero en escribir sobre economía de la información en *JAR*.

Johnson y Kaplan (1988) resaltan la necesidad de considerar a la Economía de la Información como una disciplina fundamental en la investigación contable y el intento de derivar "el valor de la información de un modelo formal sobre cómo la información afectaría a las creencias, decisiones y recompensas de los directores, así como el coste de dar esta información a los que toman las decisiones" y aceptan la problemática de conseguir su operatividad ya que hasta el momento de publicación de este trabajo "no se ha aplicado, ni de forma normativa ni descriptiva, a empresas reales". Según estos autores, "el impacto principal de la Economía de la Información ha consistido en elevar el enfoque del coste-beneficio a una categoría importante, a tener en cuenta por cualquier diseñador de sistemas de coste. Una extensión reciente del enfoque de la Economía de la Información se dio cuando los investigadores se dieron cuenta de que los sistemas contables hacían algo más que generar señales para los decisores [...] reconocen de forma explícita los intereses económicos de muchos de los usuarios de la información contable"(p. 172).

Para Mattessich (1964a, p. 187) la utilidad o deficiencia de un sistema de contabilidad únicamente puede ser juzgado mediante los dos criterios siguientes: 1) En el largo plazo los costes operativos de un sistema contable deben ser menores que los beneficios percibidos, y 2) este diferencial a largo plazo o beneficio neto debe ser óptimo en relación a los sistemas disponibles por la competencia.

Para finalizar, cabe resaltar que el enfoque de la Economía de la Información se ha materializado en la Teoría de la Agencia, que recoge una representación matemática de la demanda de información contable de gestión en empresas descentralizadas con sistemas de gestión básicos.

1.3.3.5 Teoría de Contingencias

Como suposición inicial consideramos el cambio que se ha producido en la mentalidad de los directivos de la empresa que, en general, estiman más conveniente una orientación hacia el cliente más que la orientación hacia el producto y el proceso de producción, es decir, el proceso productivo tal y como se ha recogido en los últimos tiempos ha perdido importancia relativa por si mismo, quedando su naturaleza y especificaciones al criterio del cliente, y a la su capacidad para satisfacerle.

Aún así, como ya hemos anticipado en nuestro trabajo creemos que el sistema de información debe estar diseñado para proveer de datos sobre la organización, por lo

tanto, ha de explicar directamente las variaciones que se producen tanto en el interior como en el entorno, y proveer de información suficiente para hacerlo. Si hacemos referencia a la Teoría de Contingencias, se recoge esta idea mediante el análisis de la diversidad de circunstancias, por ejemplo, Smart y Vertinski (1984) describen la heterogeneidad como complejidad, es decir, el número de factores del entorno que es necesario considerar y sus características.

La base de la Teoría de Contingencias (Burns y Stalker, 1961; Lawrence y Lorsch, 1967; Thomson, 1967; Pugh *et al.*, 1969, Selto *et al.*, 1995) explica que las estructuras de las organizaciones son la respuesta a la adaptación a los factores externos, a los cambios que se producen y, por lo tanto, a la incertidumbre que se genera a la hora de tomar decisiones. Explica que la tecnología, también considerada como factor externo, es importante al condicionar de manera determinante la competitividad de la empresa desde todas las facetas de su funcionamiento y en todo su conjunto y, por lo tanto, exige una respuesta ante los nuevos avances.

El aumento de la inestabilidad en el entorno actual de la empresa, la globalización de las economías, la unificación económica y monetaria en Europa, el acortamiento de la vida de los productos, los cambios incluso en la esencia de determinadas materias (la utilización de ingeniería genética en animales y vegetales) y, no menos importante, los rapidísimos e impresionantes avances tecnológicos exigen una adaptación de las estructuras organizativas de la empresa capaces de albergar el conocimiento suficiente para dar respuestas a estos problemas. Problemas que implican en su conjunto a toda la organización y a todos los niveles, motivo añadido para que la necesidad de una comunicación fluida, apoyada en las nuevas tecnologías, impidan el desarrollo de los sistemas mecánicos y promuevan la utilización de sistemas abiertos y orgánicos (Burns y Stalker, 1961).

En lo que se refiere a la relación del entorno con el resto de variables contingentes, comentan Smart y Vertinski (1984) comentan la necesidad de que la empresa se ajuste a la variabilidad y complejidad del entorno, y la flexibilidad se convierte en un objetivo importante que deben perseguir las empresas. Esta orientación hacia el cliente ha supuesto un acortamiento en los ciclos de vida de los productos, una reducción en los periodos de entrega exigidos por los clientes, más calidad y menores inventarios.

Ahora bien, la propia Teoría de Contingencias acepta que no existe un sistema único de Contabilidad de Gestión aplicable a cualquier organización, en cualquiera de

las fases en las que se encuentre (Aibar, 1997, p. 35) y que las características del sistema de Contabilidad de Gestión dependerán de las características específicas de la organización a la que pertenece y del entorno en el que ésta desarrolla su actividad. Por lo tanto, la Teoría de Contingencias ¿no nace truncada desde sus orígenes?, ¿no está sobrepasada por la amplitud y la complejidad del objeto de su desarrollo? Siguiendo a Aibar (1997), básicamente el objetivo no es la búsqueda de un único sistema universalmente válido, sino la identificación de los factores que influyen y condicionan el diseño del sistema de Contabilidad de Gestión⁶⁶ y explican la variedad de sistemas observados.

También existe una relación indiscutible entre estructura organizativa y sistema de información. Según Gordon y Narayanan (1984), a la vista de los resultados empíricos, los sistemas de información y las estructuras organizativas son ambas funciones del entorno. De hecho, y en referencia al trabajo de Waterhouse y Tiessen (1978, p. 68) el sistema de información contable de gestión debe recoger las exigencias específicas de control de las unidades organizativas concretas, de hecho, *"la naturaleza del control organizativo depende de la estructura de la organización que, en cambio, es contingente con la tecnología y el entorno"*.

En el desarrollo de esta teoría se han estudiado los distintos contextos en los que se puede encontrar la empresa (Livingstone, 1975, Ansari, 1977; Waterhouse y Tiessen, 1978; Gordon y Narayanan, 1984; Jones, 1985 y 1989; Chenhall y Morris, 1986; Evans *et al.*, 1986; Ferris y Haskins, 1988; AECA, 1990a; Dent, 1990; Luckett y Eggleton, 1991; Cunningham, 1992; Mia, 1993; Fisher, 1995; Chong, 1996; etc.), así como los factores que la afectan y su repercusión en el diseño del sistema de Contabilidad de Gestión, factores que se recogen en la tabla 2.

⁶⁶ *Management Accounting Systems (MAS)*.

Tabla 2

Factores contextuales que afectan al diseño del sistema de Contabilidad de Gestión

FACTORES CONTEXTUALES	DIMENSIONES O CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS
Entorno	Controlable, parcialmente controlable e incontrolable. Dinamismo, heterogeneidad y homogeneidad. Turbulencia y complejidad. Incertidumbre percibida del entorno.
Objetivos empresariales	Reducción de costes. Proporcionar una mejor respuesta al cliente. Mejora de la calidad. Mejora de la flexibilidad. Reducción de tiempos. Reducción de inventarios. Control estadístico de la producción (SPC). Control estadístico de la calidad (SQC).
Estructura organizativa	Tipos: - Funcional, divisional, matricial y de red. - Multidivisional y funcional. - Mecánica y orgánica. Atributos: descentralización, diferenciación, integración, burocratización y recursos. Interdependencia organizativa: <i>pooled</i> , secuencial y recíproca.
Tecnología	Definición de Perrow: programable o rutinaria, técnica-profesional, de habilidad y de investigación. Tecnología de producción: tecnología para el diseño, tecnología para la planificación y el control, tecnología de fabricación y tecnología global. Tecnología de información.
Estrategia empresarial	Clasificación: - Genéricas (liderazgo en costes, diferenciación y enfoque). - Ciclo de vida del producto (construir, mantener, cosechar y desinvertir). - Acción sobre el entorno: defensivas y ofensivas. - Peso de los objetivos de calidad e innovación (de corto plazo, competitiva sostenible, autodestrucción y especialización tradicional). Niveles: corporativa o básica, de negocios o competitiva y funcional.
Cultura	Elementos de la cultura organizativa: símbolos, lenguaje, ideología, rituales y mitos. Valores de la cultura nacional: individualismo, distancia al poder, evitación de la incertidumbre y masculinidad.
Sistema de poder	Distribución intraorganizacional del poder: vertical y horizontal. Fuentes de poder: experiencia, control sobre recursos valiosos, posesión de información crítica, capacidad para ofrecer recompensas o imponer penalizaciones y legitimación.
Proceso de toma de decisiones	Etapas: identificación, desarrollo y selección.
Variables personales	Estilos cognitivos: intuitivos y sensitivos. Habilidad cognitiva. Estrategias cognitivas: tolerancia a la ambigüedad y estilo de decisión.

Fuente: Aibar, 1997, p. 38⁶⁷

⁶⁷ El trabajo de Aibar, aunque por cuestiones operativas se centra en estas variables, considera en la definición del enfoque contingente, dentro de un panorama completo y general, otras variables como pueden ser la naturaleza de las tareas y el estilo de dirección.

Al tratarse de factores relacionados entre sí, sería ilógico realizar un estudio de manera independiente, pero nuestro trabajo, partiendo de la obra de Aibar, comienza identificando el contexto actual en el que se encuentra la empresa, para posteriormente hacer hincapié especialmente en la interacción que se produce entre el entorno, la tecnología y el sistema de poder o el proceso de toma de decisiones. Concretamente, si se establece como objetivo básico para el éxito en la actividad estratégica la existencia de un sistema de información contable adecuado, éste debe ser capaz de recoger las implicaciones de cada una de las variables contingentes individualmente y de sus interacciones conjuntas tanto en los planteamientos operativos como en los objetivos estratégicos de la empresa. Obviamente, esta afirmación en toda su amplitud exige un esfuerzo imposible por su condición de antieconómico, no ya en su materialización, sino incluso en la planificación salvo que se establezca un umbral máximo de detalle del sistema.

En el contexto descrito, nuestro trabajo tiene por objeto, tal como ya señalamos en la Introducción, plantear una solución ante dificultades producidas por la existencia de heterogeneidad -complejidad- a las que se debe hacer frente en la gestión de la empresa. Partiendo de los factores contextuales que la Teoría de Contingencias considera más importantes, se define la estructura organizativa y diseñamos un sistema de información contable que disminuya las incertidumbres para esa organización vía aumento de la información disponible.

En particular, identificamos como dificultades las diferentes formas que puede presentar un producto debido a la diversidad del mercado, por lo tanto, es un estudio del efecto de la variabilidad del entorno en la empresa, de cómo ésta debe en lo posible explicarla, comprenderla y, sobre todo, limitarla y anticiparse a las consecuencias.

Explicaremos que cualquier planteamiento en un intento de establecer un marco adecuado para tomar decisiones en una empresa industrial debe, en último extremo, mantener como referencia la estructura organizativa y productiva, tanto desde la perspectiva tecnológica (capacidad de producción cuantitativa o cualitativa) como desde la económica (precios de materiales, de mano de obra, inflación, etc.) en cuanto es la referencia básica y primordial en consonancia con el mercado al que se intenta satisfacer.

Por lo tanto, en un análisis de la empresa enmarcado en la Teoría de Contingencias consideramos los factores internos y externos que condicionan al sistema de información contable, y más concretamente al modelo de Contabilidad de Gestión.

Dentro de estos factores nos referiremos concretamente al "ajuste"⁶⁸ de dos: el entorno y el tecnológico, aunque al estar relacionados con otros factores tendremos que analizarlos conjuntamente.

Obviamente este planteamiento únicamente podrá ser viable con la utilización de las tecnologías de información adecuadas.

El entorno

Dentro de la Teoría de Contingencias, en lo que al entorno se refiere, como ya hemos visto, Gordon y Miller (1992) consideran que el entorno se puede caracterizar por tres dimensiones:

a) Dinamismo: establecen la hipótesis de que según el dinamismo del entorno aumenta, un sistema de información contable eficaz empieza a incorporar más información no financiera, aumenta la frecuencia en los informes, utiliza mucha más información sobre estimaciones y previsiones y es más conservadora en la imputación de los gastos generales.

b) Heterogeneidad: el entorno de una organización puede ser homogéneo, si lo son los elementos que lo componen, o heterogéneo cuando los factores que integran el entorno son muy diferentes entre sí (productos diferentes, que requieren tecnologías productivas diversas y que se dirigen a distintos tipos de consumidores). Desde su perspectiva, según aumenta la heterogeneidad, hipotéticamente, un sistema de información contable eficaz se someterá a un proceso de descentralización y compartimentalizará la información de manera que desde la dirección general se pueda conocer los rendimientos de cada división y de sus responsables.

c) Hostilidad: esta dimensión está estrechamente relacionada con la de dinamismo del entorno. Tiene su origen en las amenazas a que se enfrenta una organización (acciones agresivas por parte de los competidores, recursos escasos, regulaciones gubernamentales, ...). Según aumenta la hostilidad, establecen la hipótesis de que un sistema de información contable provee más informes frecuentemente sobre los riesgos inminentes, provee información no financiera sustanciosa de las variables más importantes y utiliza sistemas de control y modelos de contabilidad de costes más sofisticados.

⁶⁸ Se habla de "ajuste" o emparejamiento entre los distintos factores y el sistema de Contabilidad de Gestión.

Otros trabajos en los que se explica el entorno como variable contingente son los de Smart y Vertinski (1984) y Waterhouse y Tiessen (1978).

Si el objetivo de las decisiones en la organización es la supervivencia, y ésta viene determinada por los desafíos que plantea el entorno⁶⁹, podemos plantear diferentes entornos dependiendo del número de decisores que existen en la organización, con lo que procedemos a una taxonomía del entorno en el que definimos:

a) Un entorno o ambiente general⁷⁰, definido por Aibar (1997, p. 44) como "*el conjunto de factores de todo tipo (físicos, sociales, políticos, económicos, culturales, ...) que no son parte de la organización, pero que afectan o podrían afectar, favorable o desfavorablemente, el funcionamiento futuro de la misma (mercado, gobierno, sindicatos, competidores, clientes, proveedores, fuentes de financiación, grupos ecologistas, ...)*" que consideraremos determinante para la empresa en su conjunto ya que condicionará la estructura organizativa y por lo tanto el sistema de información.

b) Un entorno o ambiente específico, la organización⁷¹, formada por ambientes específicos, para cada punto de generación de valor o lugar de actividad dentro de la estructura de la empresa, es el desarrollo del entorno general dentro de la organización, que transforma cuestiones generales de los factores físicos, sociales, políticos, económicos, culturales,..., en valores reales como consecuencia de sus implicaciones en el proceso de transformación o generación de valor y que el sistema de información contable debe recoger, procesar, analizar y distribuir y predecir⁷².

El entorno se puede caracterizar además de por su amplitud⁷³, por su diversidad o variabilidad. Thomson (1967, p. 72) obtiene cuatro posibles entornos de una organización y sus subunidades dependiendo de su estabilidad (estable/dinámico) y su diversidad (homogéneo/heterogéneo)⁷⁴. Ewusi-Mensah (1981) lo clasifica en controlable, parcialmente controlable e incontrolable.

⁶⁹ Bromwich (1990) establece que "*la supervivencia de una empresa está determinada por su capacidad para enfrentarse a los desafíos que le plantea su entorno*".

⁷⁰ Orientado hacia el exterior, lo denominaremos "macroentorno", en el sentido más amplio posible.

⁷¹ Por diferenciación del anterior, orientado hacia el interior lo denominaremos "microentorno", delimitado por el área física (geográfica, informática) de la organización.

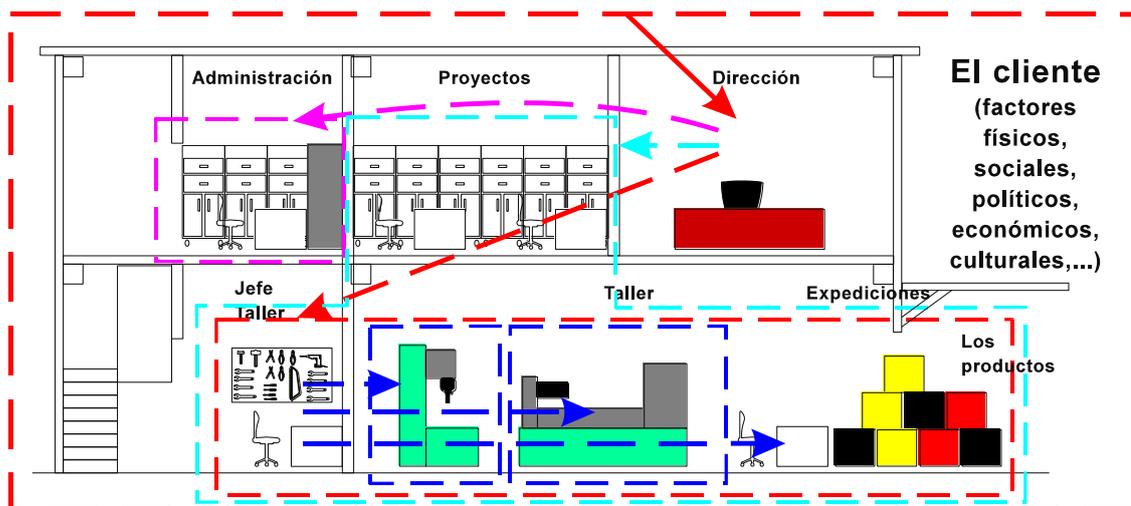
⁷² Siguiendo el planteamiento de Den Hertog (1978) que distingue dos tendencias básicas en el comportamiento de las empresas como respuesta a la incertidumbre que perciben en el entorno: La reducción de la incertidumbre mediante la extensión y el refinamiento de sus sistemas de información y control. Y la segunda, la búsqueda de la reducción de las empresas haciendo su estructura más flexible y autónoma.

⁷³ Por definición, obviamente, hace referencia al entorno general, si bien tendrá sus consecuencias sobre cada uno de los microentornos de la organización.

⁷⁴ En Hayes, 1977, p. 24.

En definitiva, el ambiente como la responsabilidad, se hace más amplio y complejo según se asciende en una estructura jerárquica tal y como se muestra en la figura 3. Cada empleado es responsable de la ejecución de sus tareas y del trabajo obtenido en la máquina, el Jefe de Taller es responsable de la producción de todo el taller de acuerdo con las especificaciones del Departamento de Proyectos, a su vez, Proyectos es responsable de definir las especificaciones técnicas de los productos de acuerdo con la capacidad del taller y de las características de los productos. El Departamento de Administración es el responsable de la gestión de la información de acuerdo con las exigencias del entorno y de los decisores internos, y la Dirección responde ante los clientes en particular y el entorno en general, al igual que ante sus empleados del funcionamiento de la organización de acuerdo con los objetivos.

Figura 3
Diversidad del micro-entorno: la organización



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, si consideramos que la incertidumbre del decisor está determinada por la dinamicidad y heterogeneidad del microentorno⁷⁵ y de los distintos ambientes de generación de valor, esta crecerá cuanto más amplio sea el ámbito de responsabilidad y consecuentemente será más necesaria la información y con mayor grado de elaboración, lo que exige la participación del factor tecnológico en su faceta informativa.

⁷⁵ Suponiendo una relación directa entre el macroentorno y el microentorno, y motivada por la existencia de heterogeneidad y dinamicidad del microentorno no controlada o compensada.

El factor tecnológico

En una revisión de la literatura en lo que a la función de operaciones se refiere y en la consideración de su gestión desde el punto de vista estratégico⁷⁶, caben dos maneras de relacionarla con la estrategia competitiva⁷⁷. Por un lado, si se considera prioritaria la estrategia corporativa se ajusta la función de operaciones, y la segunda, por el contrario, los objetivos corporativos dependen de la capacidad de la función operativa. De cualquier modo, en un entorno complejo, con una variedad creciente en la tipología de productos que exigen los clientes, la tecnología supone un factor vital para alcanzar la supervivencia o el éxito en general, es decir, se considera que es un factor de ventaja competitiva.

La alta dirección, por tanto, ha observado la función de producción desde cuatro puntos de vista⁷⁸: a) Con actitud pasiva considerando que no influye en la posición competitiva; b) con actitud defensiva, en la búsqueda de la igualdad con los competidores; c) agresiva, buscando la aportación de la función de operaciones a la mejora de la competitividad de la empresa, y d) una actitud activa, en la que se coordina el esfuerzo de los departamentos funcionales para maximizar las ventajas competitivas.

Es en la actitud activa en la que la empresa decide adaptar su estrategia a las exigencias del mercado, se producirá un efecto encadenado e integrador en las restantes funciones de la empresa tanto en lo que se refiere a las operaciones en sí mismas, como a la gestión de las distintas actividades e inventarios (tecnología de producción y tecnología de información).

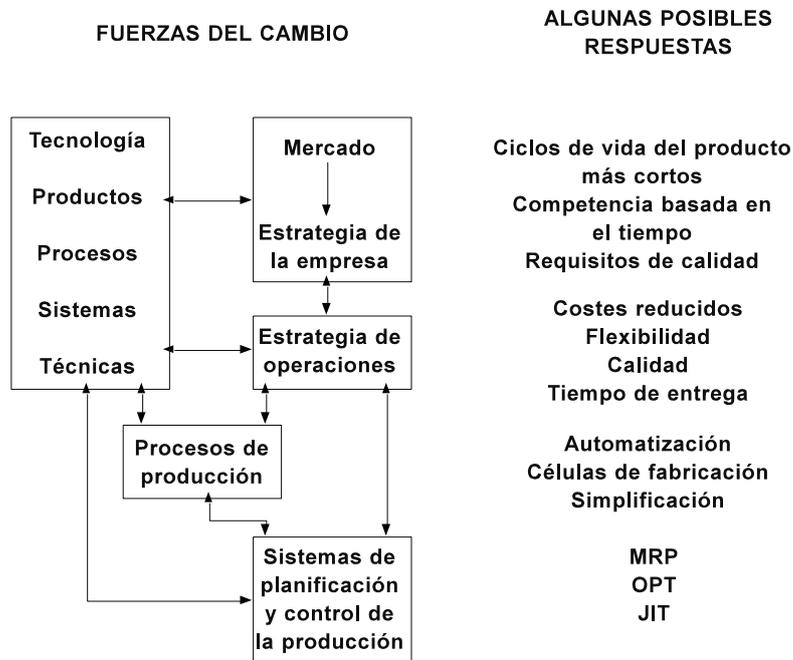
Vollmann *et al.* explican el efecto de lo que denominan "fuerzas del cambio" en la organización y las posibles respuestas que se plantean según se desciende hacia los sistemas de planificación y control de la producción. Es decir las estrategias de la empresa planteadas como respuestas al aumento de competitividad del mercado pueden ser la adopción de una filosofía *TQM*, ciclos de vida del producto o la competencia basada en el tiempo inciden en la adopción de sistemas de planificación y control *MRP*, *OPT*, *JIT*, etc. tal y como se muestra en la siguiente figura:

⁷⁶ Skinner (1974).

⁷⁷ Se podría decir que caben dos posibilidades de establecer la relación entre el macroentorno (estrategia corporativa) y el microentorno (función de operaciones) dependiendo cual suponga un planteamiento más competitivo dentro del macroentorno. Para revisar la bibliografía sobre la relación entre la estrategia y el control de gestión véase Simons, 1990.

⁷⁸ Martínez Sánchez (1992) en Crespo (1997, p. 11).

Figura 4
Adaptación a las exigencias del mercado



Fuente: Vollmann *et al.* (1995) en Crespo (1997, p. 24)⁷⁹.

Siguiendo a Aibar (1997)⁸⁰, cabe la presentación de la tecnología⁸¹ desde tres tendencias fundamentales en la literatura contable y la teoría de organizaciones: desde una perspectiva general, desde una perspectiva concreta y desde la perspectiva de la tecnología de información.

1) Por lo que se refiere a la perspectiva general, se define la tecnología en función de las tareas, es decir, la tecnología estará determinada por la variedad en los productos, lo que define la variedad de procesos y de factores para obtenerlos. La tecnología de producción consiste en una serie de conocimientos sobre procesos físicos o químicos que mediante su dominio en la explicación de las relaciones causa-efecto permiten la obtención de bienes o servicios de acuerdo con unas especificaciones previas.

⁷⁹Destacamos la consideración de la Gestión Basada en el Tiempo como estrategia corporativa, una visión parecida sobre el desarrollo de la estrategia de operaciones se puede observar en Gaither, 1992, p. 48.

⁸⁰ Hace referencia a los trabajos de Daft y Macintosh, 1978, Waterhouse y Tiessen, 1978, Macintosh, 1981.

⁸¹Por su parte el sistema de producción se compone de un subsistema de fabricación (fabricación, montaje y procesos), un subsistema logístico de materiales y un subsistema de información (planificación, seguimiento y control) (Soler, 1991, p. 347).

Esta tecnología tiene dos dimensiones, una propiamente técnica en función de la variedad de tareas y su implicación en la solución de los problemas motivados por dicha variedad, y la otra no menos importante, la humana. Macintosh (1981, p. 43) afirma que "*la variedad de tareas, es una función de la frecuencia de eventos nuevos e inesperados que ocurren en el proceso de transformación. Cuando los individuos encuentran un número importante de situaciones inesperadas, con frecuencia problemas, entonces se considera que la variedad es alta. Cuando son pocas las excepciones, y cuando las exigencias de los trabajos día a día se consideran repetitivos, entonces los trabajos contienen poca variedad. La variedad en el trabajo de una unidad puede ser desde la repetición simple de un único acto, como es el trabajo en una línea de ensamblaje, al trabajo en series de problemas inconexos*". La otra dimensión no menos importante es el factor humano de la tecnología, es decir, se refiere "*a como responden los individuos a los problemas que aparecen en el transcurso de su trabajo. Cuando aparece un problema en un proceso de fabricación que es correctamente comprendido, los participantes se sumergen en una búsqueda mediante el análisis. Esta búsqueda es un proceso objetivo de cálculo que utiliza el conocimiento y los procedimientos almacenados recogidos en instrucciones, manuales, programas y estándares, o conocimiento convencional técnico como los manuales o libros de texto. Cuando se comprenden las relaciones causa-efecto se consigue la base adecuada para responder a los problemas que aparecen*".

2) Desde una perspectiva concreta se observa la aplicación de la tecnología a cada uno de los aspectos de la función de producción, de la organización en general y de la manera de gestionarla. En este sentido el concepto de *Advanced Manufacturing Technology* presenta la siguiente clasificación (Dilts y Grabski, 1990 y Gregory, 1991):

- Diseño y desarrollo mediante tecnologías *CAD/CAE*.
- Planificación y control: *MRP* y *MRP II* en la faceta de planificación y la gestión de las limitaciones y el control estadístico de procesos (*SPC*).
- Ejecución: basado en máquinas *NC*, *CNC* y *DNC*⁸², movimiento de materiales, robots, *FMS* y fabricación celular.
- En un contexto global, filosofías relativas a tecnologías de grupo: *CIM*, *TQC* y *JIT*.

⁸² *NC* son máquinas de control numérico, *CNC* son máquinas con control directo por ordenador y *DNC* son máquinas con control numérico directo. Además existe la máquina con cambio automático (para una descripción más amplia sobre máquinas de control numérico y tipos de automatización véase en Gaither, 1992, p. 178).

La adopción de las tecnologías avanzadas de producción obviamente condiciona el diseño e implementación del modelo de información contable en general, y en particular a la Contabilidad de Gestión.

3) Finalmente, la tecnología de la información consiste en las diversas metodologías para la gestión del conocimiento. Ha supuesto una verdadera revolución en los últimos tiempos y condicionan de manera determinante el diseño del sistema de Contabilidad de Gestión y su funcionamiento. Colabora en el proceso de producción dando apoyo a la función de información, para el control y la mejora de los procesos. Por lo general cuando se hace referencia a la tecnología de información se asocia a la utilización de sistemas informáticos.

1.4 TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN, NUEVOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN

Tal y como se comentó, definir el diseño del sistema de información contable exige la utilización de una gran cantidad de información para llegar a conclusiones válidas sobre la complejidad de las relaciones causa-efecto que se establecen entre las variables contingentes.

El sistema de información es para la empresa lo que el sistema circulatorio representa para el cuerpo humano. Dependiente de la estructura organizativa en su diseño, su finalidad es la de recoger los datos, procesarlos para convertirlos en información elaborada que lleva al conocimiento sobre las relaciones causa-efecto y fines-medios, comunicar dicho conocimiento y almacenar toda la información utilizada y generada⁸³.

Los medios y técnicas que utiliza el sistema de información constituyen la tecnología de información: cuanta más incertidumbre exista en el sistema, mayor será la necesidad de información, más sofisticado sea el sistema de información, mayor cantidad de información se verá implicada en los procesos y, por lo tanto, exigirá de una tecnología de información más desarrollada, con una mayor participación de sistemas electrónicos de nueva generación (Gordon y Miller, 1992).

⁸³ Para Soler (1991, p. 26) el sistema de información tiene cuatro niveles: función (operativo), gestión (planificación y control mediante el tratamiento de la información), comunicación (asegura el diálogo interno y externo), y datos (donde se almacenan los datos y la información).

Asimismo y aunque no existe evidencia suficiente, autores como Child (1991) justifican que la tecnología influye en la organización porque primero, el bajo coste, la fiabilidad, la velocidad de operación, la exactitud, su naturaleza compacta y su bajo consumo de energía ha extendido enormemente el rango de sus aplicaciones, ha alentado el desarrollo de software complementario, y además, la competencia actual y las presiones en los costes han aumentado la determinación de muchos empleados a superar la inercia y resistencia a los nuevos modelos de trabajo y la organización para la cual se pueden ser incorporadas nuevas tecnologías.

1.4.1 Sistemas de información contable y sistemas avanzados de fabricación

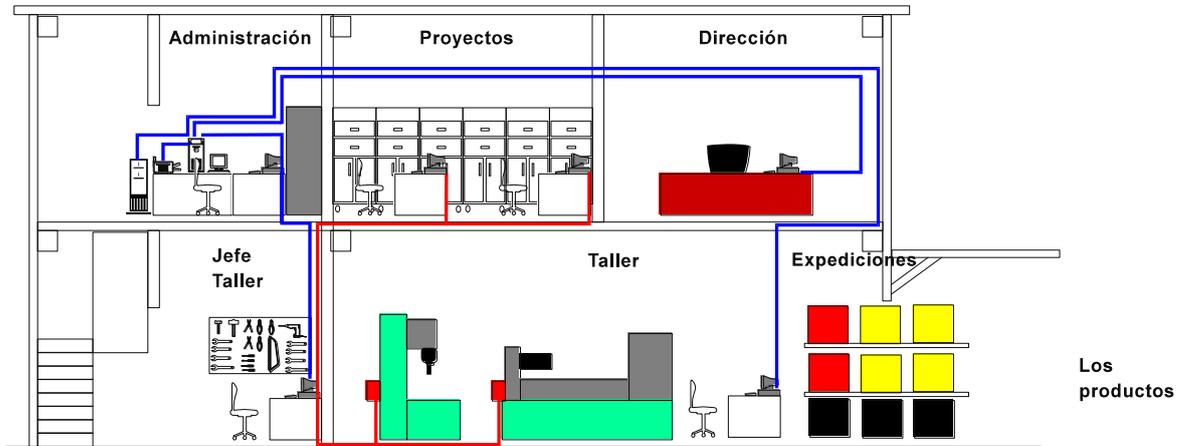
Por lo que se refiere al diseño del sistema de información, puede establecerse un diseño integral o bien, lo que es más habitual, según su función, definir dos ámbitos de la tecnología de la información⁸⁴, el relativo a la gestión de la producción, perteneciente al subsistema productivo, caracterizado porque sus outputs son internos, y el relativo a la administración general del negocio, que tiene outputs tanto internos como externos. Un ejemplo del mismo se presenta en la figura 5 en la que se recoge un posible diseño de los equipos de una empresa dispuestos en una estructura de red⁸⁵ de acuerdo con la organización de la empresa. En color rojo el ámbito técnico (diseño y taller) de la administración de la producción y en color azul (restantes subsistemas⁸⁶) el ámbito de la administración general del negocio.

⁸⁴ O lo que es lo mismo áreas de información y de datos (*Advanced Manufacturing Technology* frente a *Accounting Information Systems*). Un ejemplo es el trabajo de Ripoll y Balada, 1995 en el que muestran la utilización de sistemas de información contable para el seguimiento de los materiales que utiliza información "extracontable totalmente necesaria para poder efectuar los procesos analíticos y de control" (p. 42).

⁸⁵ Véase Taylor y Williams, 1991.

⁸⁶ Incluido el subsistema de información de la Contabilidad de Gestión.

Figura 5
Ámbitos de la tecnología de información



Fuente: elaboración propia.

Se pueden establecer las diferencias siguientes entre los dos ámbitos (Bonetto, 1988, p. 13; Dhavale, 1989, p. 67; Dilts y Grabski, 1990, p. 51)⁸⁷:

1) En cuanto a la cantidad y naturaleza de la información: en el ámbito operativo se genera una gran cantidad⁸⁸ de información para el control de procesos por lo cual en entornos *FMS* se utiliza un ordenador central para las tareas de recopilación, almacenamiento y proceso de la información. Además el siempre presente sesgo de los sistemas de información contable hacia la información financiera (relacionadas con el exterior) mientras que en el caso de los entornos productivos se utiliza el coste como medida financiera, pero no siempre es la más importante. Además, en esencia, los sistemas de información contable y de administración tienen una orientación hacia las transacciones organizados de acuerdo con el tradicional cuadro de cuentas en el caso de la Contabilidad.

2) La flexibilidad, los sistemas *AMT* generalmente son muy fluidos, mientras que los sistemas de información contable son más estáticos⁸⁹.

3) Difusión de la información, la información en el ámbito productivo es de uso interno y restringido a los responsables de cada sección o departamento, o con el

⁸⁷ Según Bonetto un controlador de procesos es un sistema electrónico con una unidad central de procesos idéntica a la de un micro-ordenador, comprendiendo una memoria que puede ser programada por el usuario y adaptada para el almacenamiento de instrucciones que realizan funciones lógicas secuenciales y combinatoria, control de tiempos, recuento, cambios, comparaciones, cálculos aritméticos, ajustes, servo-control, regulación, etc. Bonetto explica que ha habido un progreso continuo en el campo de la automatización de los controladores de procesos, desde armarios de relés hasta sistemas semi-inteligentes.

⁸⁸ Según Dilts *et al.*, 1990, p. 52, "las necesidades de datos para un sistema integrado completo podría superar los 309 billones de caracteres".

⁸⁹ Hace referencia a la crítica del mantenimiento de los modelos de Contabilidad de Costes.

departamento de calidad, mientras que la información en el ámbito administrativo y contable los usuarios son muy diversos dependiendo de la información a la que se haga referencia (el extremo lo presenta la Contabilidad Financiera con el depósito de las Cuentas Anuales en el Registro Mercantil).

4) Finalidad, para las tecnologías de gestión de la producción el control es preventivo, con respuestas en tiempo real y directas, al contrario que el sistema contable que funciona mediante el *feedback*.

1.4.2 El grado de desarrollo del sistema

En definitiva, el grado de desarrollo del sistema de información, su complejidad y capacidad (lo que equivale a decir, su tecnología), dependerá tanto de los objetivos estratégicos de la organización, de las alteraciones en las restantes variables contingentes y de su importancia relativa en función de dichos objetivos, como de las dificultades en el desempeño de las tareas⁹⁰. Dificultades que aparecen motivadas en las variaciones que se producen tanto en el entorno de la empresa, en el mercado, como en la propia empresa (en su tecnología) y que son determinantes por, al menos, tres razones distintas⁹¹.

Primera, por la dinamicidad del entorno, porque si la finalidad es satisfacer al cliente, las necesidades evolucionan con los tiempos, es decir, la demanda cambia como consecuencia del cambio en los gustos; evoluciona y con ella buscando la adaptación, cambian los medios de producción, los costes e incluso la estructura productiva. Esta variación, que puede ser estacional, con ciclos cortos o largos, exige ajustes en la capacidad de producción, en su uso, y en la disponibilidad de tecnología⁹². Por otro lado, estos ajustes dependen de las revisiones que se realicen en el plan de ventas, que a su vez intenta anticiparse a los cambios en la demanda⁹³.

Segunda, por la rigidez estructural, porque por lo general la empresa no es completamente flexible, por tanto, desafortunadamente para el empresario, existen

⁹⁰ La segunda dimensión de Macintosh, 1981.

⁹¹ Si bien nuestro planteamiento es generalista, en ocasiones, ya sea por el mercado al que se satisface, o la estructura del proceso productivo o el tamaño de la empresa, podemos encontrar empresas en las que no se observan variaciones en alguno o en todos estos niveles, aunque por regla general se suele dar una combinación de ellos que se acrecienta con el tamaño de la organización.

⁹² Es la consideración de la empresa como un sistema dinámico en un entorno dinámico.

⁹³ La relación con el cliente presenta una doble dirección. Aceptamos como realidad que la búsqueda de la satisfacción basada en el consumo de bienes y servicios ha llevado al consumidor en determinados sectores a un proceso de aprendizaje que incentiva al productor a ofrecer constantemente novedades que le diferencie de la competencia y le permita optimizar sus objetivos.

rigideces como la disponibilidad de personal, plazos de instalación de la maquinaria nueva, entrenamiento de los operarios, recepción de los materiales, tiempos de arranque de procesos *-setups-*, etc. que no permiten aprovechar al máximo las oportunidades⁹⁴. Este aumento de la complejidad, el choque entre la dinamicidad del entorno y la rigidez de la organización, genera mayor incertidumbre en el empresario que intenta paliarla con un aumento de la información disponible⁹⁵.

Tercera, el aprendizaje y la mejora continua: porque la flexibilidad empieza por la capacidad del decisor para decidir y del resto de la organización, personas y máquinas⁹⁶ para ejecutar la decisión. Por lo tanto, la capacidad de adaptación de la empresa está directamente relacionada, aunque en distinta medida, con la capacidad de los individuos y tecnologías que la forman⁹⁷. Capacidad entendida en sentido amplio; capacidad para observar, recoger la información adecuada y estrictamente necesaria, comprenderla, depurarla, agregarla, compararla, establecer escenarios previsibles de actividad, actuar y evaluar las consecuencias como base del conocimiento o experiencia.

Ciertamente las nuevas prácticas en la organización de la producción⁹⁸ o las aplicaciones del desarrollo tecnológico a la fabricación, vienen a ayudar en el acompasamiento entre el entorno, la estrategia y la actividad en la organización. La búsqueda de un control preventivo y una automatización en los procesos de fabricación ha llevado a la utilización de sistemas desarrollados de ordenadores que junto con las máquinas y herramientas permiten una autoadaptabilidad del sistema a circunstancias no programadas. Esta automatización tiene forma de máquinas de control numérico, diseño

⁹⁴ Queremos hacer notar la evolución acontecida, en general para la empresa, a lo largo del siglo XX planteándose un cambio o evolución en las prioridades de la empresa, pasando la producción de un dominio absoluto a un segundo plano a finales de siglo, como cliente del sistema de comercialización de la empresa imponiendo el mercado las condiciones de trabajo. Ahora bien, esta servidumbre se ha visto reforzada con la exigencia de optimizar todos los procesos que se realicen.

⁹⁵ En ocasiones no tanto en la cantidad como en la calidad ya que el tiempo del gerente es limitado, por lo tanto desea la información justa en el momento oportuno con conocimiento del grado de fiabilidad (cuadros de mando).

⁹⁶Véase Vickers (1992) sobre el control del factor técnico y humano desde la perspectiva de un ingeniero y de un gerente.

⁹⁷ Según Jönsson (1996, p. 142) la tecnología en sí misma si bien es una barrera de entrada puede presentar una dificultad añadida para la propia organización en cuanto a su dominio puesto que exige un tratamiento multidisciplinar: "*en un sentido amplio, la tecnología se ha vuelto más diferenciada. Tanto los productos como los procesos contienen más variedad de tecnologías que antes. Las organizaciones, por lo tanto, se han vuelto más necesitadas de conocimiento y la dirección tiene que hacerle frente mediante grupos de especialistas -'comunidades de conocimiento', por llamarlas de alguna manera- prestando atención a las distintas tecnologías. Todo esto llama a la reflexión sobre el papel de la Contabilidad de Gestión como un instrumento de control y, lo que es más preocupante quizá, el futuro de la investigación en Contabilidad de Gestión.*

⁹⁸ Como la fabricación justo a tiempo (*JIT*), la planificación de las necesidades de materiales (*MRP*), la planificación de los recursos de producción (*MRP II*), la gestión total de la calidad (*TQM*), y el mantenimiento preventivo total (*TPM*).

y fabricación asistidas por ordenador, sistemas de fabricación flexibles y sistemas de manipulación de material⁹⁹.

Este desarrollo es el fruto de un ciclo técnico operación-control-decisión en el que tienen igual importancia las cuestiones operativas como las informativas. Es decir, el progreso tecnológico se ha fundamentado en el conocimiento y este en los sistemas de información¹⁰⁰, que han permitido nuevos progresos técnicos.

El sistema flexible de fabricación (*Flexible Manufacturing System, FMS*), diseñado para fabricar lotes pequeños con el mismo coste que los lotes grandes, está compuesto generalmente de tres elementos principales: un sistema de fabricación, un sistema de manipulación y un sistema de control¹⁰¹.

Los beneficios potenciales de un *FMS* son los siguientes (Bennett *et al.* 1987, p.48):

1. La posibilidad de fabricar una gran variedad de productos en un amplio rango de volúmenes.
2. La posibilidad de responder rápidamente a las demandas de los clientes así como a los cambios en el diseño de los productos.
3. Reduce los costes de la mano de obra al reemplazar mano de obra de los operadores de las máquinas y cargadores/descargadores por máquinas herramientas computerizadas.
4. Mejora la calidad del producto.
5. Se producen menos tiempos de arranque debido a una mejora en la programación por ordenador y en los setups.
6. Mayor utilización de las máquinas debido a la programación por ordenador, eliminación de *setups* y movimiento eficiente de los componentes.
7. Menor producción semiterminada en el almacén e instalaciones.
8. Menor necesidad de espacio.
9. Mejor información sobre la producción, utilización del sistema, operaciones, mantenimiento, etc.

Es en este último en el que en referencia al control se lleva a cabo una actividad esencial: la medición o recogida de información.

⁹⁹ La tecnología de fabricación avanzada (*AMT*), el diseño asistido por ordenador (*CAD*), la fabricación asistida por ordenador (*CAM*), los sistemas flexibles de fabricación (*FMS*) y la fabricación integrada por ordenador (*CIM*).

¹⁰⁰ Es decir, en las tecnologías de información.

¹⁰¹ Su adopción se justifica en la mejora de la flexibilidad y de la competencia al reducir los costes de la mano de obra, mejorar la calidad de los productos y permitir la implantación de sistemas *JIT*.

1.4.3 Las mediciones

Debido a la necesidad de contrarrestar la competencia japonesa fue necesario el desarrollo de medidas no financieras del rendimiento de la producción¹⁰², como puede ser la productividad, la calidad, liderazgo de productos, flexibilidad en fabricación y distribución, o el coste de inventarios. Además era preciso expandir las medidas de fabricación a los procedimientos de presupuestos de capital o supervisar la producción a partir de la nueva tecnología (Kaplan, 1983b). Estas mediciones pendientes se refieren al campo de la calidad, inventarios y productividad.

Además, se deben utilizar diferentes mediciones de la producción global según la etapa del ciclo de vida en que se encuentre el producto (Richardson y Gordon, 1980) especificando que en el caso de instalaciones con producción heterogénea el procedimiento más común será utilizar las medidas de eficiencia apropiadas para productos maduros para toda la empresa. Los autores avisan que puede tener el efecto de inhibir la introducción con éxito de nuevos productos.

Las medidas deberían incluir la capacidad de una planta para introducir nuevos productos, modificar las características de los productos rápidamente según las preferencias de los clientes y las nuevas posibilidades tecnológicas, producción de nuevos productos con elevados niveles de calidad, y la elaboración de nuevos productos con fechas de entrega predecibles¹⁰³.

Existen opiniones equivocadas sobre la actividad de medir: según Schiemann y Lingle (1998) son siete los mitos alrededor de esta actividad que impiden el uso efectivo de la medición por parte de los directivos:

- 1) Mide los resultados importantes y te seguirá el personal de planta.
- 2) Medir es para los contables (los "contadores de judías").
- 3) Medir es también una mirada retrospectiva.
- 4) Medir crea realidad.
- 5) Medir suprime la creatividad.
- 6) Medir es "anti-humano".
- 7) Cuanto más midas mejor.

¹⁰² Desde una perspectiva conceptual, en la literatura de investigación hay dos formas de medir la utilización de un sistema: subjetiva, realizada por una persona y objetiva, la registrada mediante ordenadores (Straub *et al.*, 1995, p. 1329).

¹⁰³ De hecho, de acuerdo con Bonini (1963, p. 97) podemos identificar dos tipos de problemas generales: (a) ¿Qué aspectos del comportamiento de la empresa se estudiarán?, y (b) ¿Cómo caracterizamos los aspectos seleccionados?

En definitiva, la actividad de medir, su planificación, ejecución y control cumple con el papel básico necesario para la elaboración de nuestra investigación puesto que la cantidad, calidad (fiabilidad), exactitud y economicidad de la información es la base sobre la que se edifica el sistema de información propuesto.

1.5 EL MARCO GLOBAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo de la investigación

El objetivo de nuestro trabajo es demostrar que la gestión basada en el tiempo, como implementación de la estrategia basada en tal unidad, es una solución viable en la gestión de un entorno caracterizado por la heterogeneidad en los productos y la diversidad en los procesos productivos. El sistema de información contable para la gestión, y en particular la Contabilidad de Costes en particular, se beneficiará de la utilización del tiempo como criterio de imputación de los costes generales.

Sostenemos la tesis de que todos los inconvenientes expuestos hasta el momento desde la Economía de la Información para rechazar el uso de la unidad de tiempo como elemento nuclear de un sistema de información contable para la gestión, no han sido demostrados en la práctica y, además, el desarrollo de la tecnología de información permite realizar con exactitud y rapidez las tareas necesarias para llevar a cabo una gestión eficaz y eficiente basada en el tiempo.

En los últimos años se han constatado las mejoras en la automatización y en los sistemas de medición o controladores automáticos de procesos (Bonetto, 1988, Besterfield, 1994), se ha aumentado la información disponible sobre los procesos y su exactitud, se conoce la tecnología necesaria para procesarla y analizar dicha información, y existen diferentes modelos de cálculo de costes según la situación. Sin embargo, se viene diagnosticando en los últimos años, con mayor intensidad desde la década de los ochenta, aunque la situación ya era reflejada con anterioridad (Kaplan, 1990a), una situación de crisis en la Contabilidad de Costes y de Gestión.

En nuestra opinión, ese estado de crisis se debe, en parte, a la incapacidad de los investigadores para dar respuestas reales y soluciones adecuadas a las necesidades de gestión en el contexto descrito de la Teoría de Contingencias. Esta incapacidad puede

provenir de la desconexión entre las distintas disciplinas científicas implicadas en la gestión de los negocios, de la falta de preparación de los investigadores en el conocimiento de técnicas y metodologías de investigación, de las dificultades que encuentran para contrastar las teorías y los modelos que elaboran, de la falta de receptividad de las empresas para incorporar nuevas alternativas propuestas desde la Universidad,... O por todo ello en conjunto.

Con nuestro trabajo tratamos de superar, al menos en parte, los motivos que puedan originar la incapacidad señalada, evidentemente en un ámbito de actuación concreto: la producción heterogénea, y aportamos una solución determinada, elaborando un modelo de información para la gestión basado en el tiempo, ampliando las fronteras de la Contabilidad y recogiendo la interdisciplinariedad necesaria, y que ha sido contrastado con muy buenos resultados en dos empresas reales gracias a la decidida colaboración de sus directivos.

Para llevar a cabo nuestro propósito, comenzamos reconociendo que el problema principal de la Contabilidad de Costes relativo a un *FMS* es medir el rendimiento. Las mediciones de desempeño significativas necesitan un enfoque multidimensional que concentra sobre medidas físicas de los factores clave para el éxito relativas a un *FMS*. Algunos de los factores a medir deberían ser (Bennett *et al.*, 1987, p. 55):

- 1) Porcentajes de utilización de máquinas y sistema,
- 2) productividad del *FMS*,
- 3) tiempo de proceso por unidad de producto real frente al planificado¹⁰⁴,
- 4) flexibilidad en la producción,
- 5) calidad, incluyendo porcentajes de defectos y de reproceso,
- 6) niveles de producción semiterminada, materias primas, e inventarios de productos terminados.

Las dificultades en la obtención de algunos de estos datos (Bennett *et al.*, 1987, p. 55) en una empresa con un sistema de producción organizado en órdenes o pedidos produce la aparición de perturbaciones en la programación y en la evaluación del consumo de factores (por aparición de periodos de consumo sin generación de valor o *set-ups*) en cada lugar de la organización en el que se realiza las actividades necesarias. En esta situación sería interesante definir un indicador del grado de heterogeneidad (perturbaciones) introducido en el sistema ante variaciones en las especificaciones de los productos a fabricar mostrando, asimismo, el efecto sobre el nivel utilización del sistema y los resultados económicos que resultarían de su fabricación.

¹⁰⁴ Véase Dhavale, 1989, p. 74.

Hay trabajos previos (Bruggeman y Slagmulder, 1995) que relacionan las nuevas tecnologías con la Contabilidad de Costes, que han observado cambios en el sentido de un aumento en el control de la productividad, un mayor énfasis en los costes de mantenimiento y herramientas, o un incremento en la utilización de los criterios de reparto basados en horas máquina.

Pero también existen otros trabajos que describen intentos fallidos en la adaptación de la Contabilidad de Costes a las nuevas tecnologías por falta de confianza en los cálculos por parte de los responsables de operaciones (Innes y Mitchell, 1990 y 1991; Otley, 1992; Sillince y Sykes, 1995), o por la separación de los datos fuente de los contables de los relativos a fabricación (Sillince y Sykes, 1995).

Sobre el papel, el sistema de información se define como un asistente para que las organizaciones detecten cambios y se enfrenten a la complejidad del entorno si bien *el acceso a más información y a sistemas de decisión más avanzados no necesariamente hace que los decisores estén mejor informados o más capaces de decidir* (Hedberg y Jönsson, 1992) debido entre otros motivos a la complejidad en las estructuras de conocimiento de los decisores.

1.5.2. Estructura de la investigación

Ya hemos señalado que la interdisciplinariedad está presente en nuestro trabajo, precisamente se adopta este enfoque para superar una de las causas de la crisis de la Contabilidad de Costes y de Gestión que ha impedido avanzar en la investigación en este campo.

Nuestro trabajo se sustenta en tres pilares. El primero está formado por el tratamiento de la información desde los principios y la perspectiva de la Contabilidad de Gestión, definiendo un sistema de información contable orientado hacia el soporte de las decisiones del gerente, tanto operativas como estratégicas. El segundo nos lleva a utilizar el concepto de "microentorno" para explicar las relaciones entre variables desde una perspectiva causa-efecto equivalente a la utilizada en la Teoría de Producción en Microeconomía, definiendo funciones de costes mediante el estudio de casos, es decir, se vincula un comportamiento de los costes a una actividad. Finalmente, nuestro tercer apoyo está formado básicamente por referencias relativas a nuevas tecnologías de

medición y a las relaciones directas entre coste y producción desarrolladas en el ámbito de la ingeniería.

Esta multidisciplinariedad implica un enfoque con una orientación hacia una finalidad, la eficiencia, eficacia, economía y sencillez del sistema de información contable (Mattessich, 1995, p. 191), lo que identifica este enfoque como el de ingeniería, para diferenciarlo de la metodología normativa y condicional, con un enfoque de ciencia social. Es importante destacar las palabras de Milburn (1994, p. 19¹⁰⁵):

"Tanto el científico social como el enfoque de ingeniería¹⁰⁶ son, en mi opinión, necesarios para lograr una contabilidad financiera resultante útil. El problema, propongo, es que la investigación académica en contabilidad durante las pasadas dos o tres décadas han enfatizado la perspectiva de ciencia social - y al hacerlo ha rechazado el ámbito de la ingeniería".

Sin olvidar que la nuestra es una ciencia aplicada¹⁰⁷, desde la perspectiva de una revisión global y teniendo en cuenta la complejidad de la realidad a la que se enfrenta la empresa en general, caben dos tipos de investigación (Mattessich, 1996a):

- a) La abstracta, atomizadora o enfoque simplificador, y
- b) la global, holística y compleja.

Pero realmente ambas son indispensables para cualquier campo de la ciencia, sobre todo de una disciplina aplicada. A lo largo de la década de los ochenta ambos tipos de investigación han observado una resurrección del método de los casos, utilizados originariamente por la *Harvard Business School*.

En cuanto a la metodología de casos, según Lukka (1999)¹⁰⁸ existen diferentes tipos de estudios de campo o estudios de casos:

1. La investigación de tipo etnográfica: es la forma clásica de elaborar los estudios de campo, básicamente es una investigación cualitativa mediante observaciones y entrevistas, busca un contacto próximo con el mundo real y la intervención intenta ser mínima. Suele seguir un desarrollo longitudinal en vez de abierto, considera a las

¹⁰⁵ En Mattessich, 1995, p. 191.

¹⁰⁶ El ingeniero, según Milburn, está principalmente relacionado con la propia máquina, el sistema esencial de medición en contabilidad.

¹⁰⁷ Véase Mattessich, 1995, p. 191.

¹⁰⁸ Conferencia presentada en el *IV International Seminar on Manufacturing Accounting Research*, Kolding, Dinamarca, Julio de 1999.

personas como entes holísticos y los resultados consideran descripciones específicas e interpretaciones, pero no necesariamente desarrollan nuevas teorías.

2. Investigación motivada por la teoría: fue desarrollada por Glaser y Strauss y guarda muchas similitudes con la de tipo etnográfico. Ahora bien, el objetivo en esta ocasión es desarrollar nuevas teorías por lo que suelen estar más y mejor estructuradas.

3. Investigación mediante ilustración de casos: parte de una teoría que con frecuencia es ajena a la disciplina contable, utiliza métodos etnográficos para recoger datos con una intervención mínima y los propósitos varían considerablemente desde mostrar que los temas estudiados pueden ser mejor comprendidos sobre la base de la teoría escogida, mostrar que la teoría es aplicable desde la perspectiva del campo de conocimiento elegido o potencialmente, refinar los contenidos de la teoría elegida.

4. Investigación de campo para testar la teoría: la principal crítica de este tipo de investigación es que utilizan muestras muy pequeñas para resultar representativo, estadísticamente hablando. Sin embargo tiene ventajas como que permiten refutar tanto hipótesis universales en caso positivo como negativo, y que se puede conseguir una evidencia determinante incluso con pequeñas muestras. Utiliza métodos etnográficos y la intervención es mínima.

5. Investigación en acción: tiene una larga historia en las ciencias sociales, pero ha sido escasamente utilizada en Contabilidad. Utiliza métodos etnográficos pero desde un enfoque intervencionista: intenta combinar la participación en la práctica de los procesos de cambio con los desarrollos teóricos; consiste en un trabajo de cooperación empírico a lo largo del tiempo con una o varias organizaciones. La conexión con la teoría puede ser la construcción de una teoría, su refinamiento o la comprobación; en la práctica parece no estar enfocada desde los estudios en Contabilidad de Gestión.

6. Investigación constructiva: tiene una intervención mucho mayor que en el anterior caso, es la investigación ideal puesto que los problemas reales del mundo de la empresa se resuelven mediante la implementación de una nueva construcción, que tiene enormes aportaciones tanto teóricas como prácticas; utiliza métodos etnográficos en investigaciones de larga duración y en equipos de trabajo mixtos lo que exige fuertes compromisos por ambas partes (universidad y empresa) y basados en el pragmatismo; la

conexión con la teoría es muy importante, puede ser una construcción teórica, su refinamiento o su comprobación.

Nuestra investigación se enmarca en el último de los grupos en su máximo exponente. El trabajo de Jönsson (1996) es el mejor representante de la investigación constructiva que se podría encuadrar en lo que se ha denominado *Organization Management Accounting (OMA)*¹⁰⁹. Jönsson utiliza el término "investigación activa", "investigación en acción" o "casos de experimentos de campo"¹¹⁰ y la describe de la siguiente manera (p.ix):

"Alguien dijo una vez que si quieres saber como funciona algo, intenta cambiarlo. La investigación activa lo hace sin más. El investigador entra en un situación con la finalidad de poner en marcha procesos que pueden ser observados. El experimentador hace lo mismo, excepto que en el experimento perfecto sólo las variables en estudio y la variable dependiente puede variar. Todo lo demás está bajo control -ceteris paribus lo llamamos habitualmente-. Pero en la vida real de las organizaciones todo lo demás rara vez está bajo control. Por el contrario, está cambiando e incluso jugando en nuestra contra".

Según Jönsson la investigación activa realiza un experimento y observa una gran cantidad de variables durante un periodo extenso y entonces intenta darle sentido de las observaciones. En nuestro país es necesario destacar los trabajos de Carmona y Pérez Casanova (1993) y Fernández Pérez (1993).

Más recientemente, en 1998, la revista *Journal of Management Accounting Research* ha dedicado un número monográfico a este tipo de investigación en el que se recogen los trabajos de Ahrens y Dent, Atkinson y Shaffir, Baster y Chua, y Kaplan entre otros.

1.5.2.1 El gap entre teoría y práctica en la Contabilidad de Gestión

En el fondo de la cuestión existe una preocupación por el *gap* entre teoría y práctica de la Contabilidad de Gestión. Evidentemente esta situación está ampliamente

¹⁰⁹ Según Kaplan, OMA ve la Contabilidad de Gestión como una disciplina que debe servir a los objetivos estratégicos de la empresa antes que, en las palabras de Kaplan: "*una disciplina separada desarrollando su propio conjunto de procedimientos y sistemas de medición y los aplique universalmente a todas las empresas sin considerar los valores, objetivos y estrategias subyacentes de una empresa particular*" (véase Armitage y Langdon, 1988, p. 54).

¹¹⁰ En nuestra opinión pensamos que sería más sencillo denominarla "investigación aplicada".

tratada en trabajos tales como Cooper et al. (1983) y Scapens (1984, 1990, 1994), que se apoyan en la necesidad de encontrar la naturaleza de la práctica contable. En el caso de Scapens (1990, p. 260), este autor considera la evolución en la investigación en Contabilidad de Gestión durante las décadas de los sesenta, setenta y ochenta, afirmando que *"a lo largo de ese período los investigadores han usado modelos normativos, teorías positivas y en algunos casos enfoques interpretativos y críticos"*.

Autores españoles como García Benau (1997, p. 276) afirman que *:"en muchos sentidos, ésta [el modo en que la investigación influye en la práctica] constituye una parcela de la contabilidad muy poco explorada y, en nuestra opinión, son bastante escasos los trabajos realizados que muestran casos concretos de análisis. Lo que se deduce del estudio de la literatura es que aún estamos lejos de encontrar una respuesta satisfactoria o un vínculo que enlace adecuadamente el ámbito académico y el ámbito profesional"*. La profesora Benau considera que pensar en los cambios que la investigación puede producir en la práctica es una de las ideas más sugestivas que pueden plantearse en el mundo universitario.

En Contabilidad de Gestión sigue siendo cuestionada la aportación de la metodología de estudios de casos, de hecho es considerada un método más que una metodología. Una posible explicación de esta situación es que nuestra disciplina mantiene su base teórica en la teoría neoclásica de la empresa y sin embargo intentamos explicar los acontecimientos en empresas individuales en las que interacciona con su entorno mediante relaciones personas-tecnología. Según Scapens (1990, p. 264):

"Para resumir, la teoría neoclásica fue desarrollada por economistas para predecir pautas de comportamiento general. Nunca se pretendió que fuera una explicación de los procesos de comportamiento individual. Es más, algunos economistas consideran que la teoría neoclásica nunca puede ser utilizada para predecir el comportamiento económico individual."

"En la investigación positiva en Contabilidad de Gestión las teorías construidas en la economía neoclásica pueden ser útiles para propósitos similares; por ejemplo, en la predicción general de tendencias en contabilidad. Pero serán menos útiles en la explicación de los procesos que llevan a cabo las prácticas contables individuales".

En el trabajo de Otley y Berry (1994) se presenta una revisión en profundidad de la tipología, si bien hay que explicar que en dicho trabajo al igual que en el de Scapens pensamos que los métodos explicados no recogen, estrictamente hablando, ninguno en

el que se pueda incluir nuestra investigación puesto que si bien hacen referencia a estudios orientados hacia la generación de hipótesis más que a su demostración no consideran la posibilidad de que se traslade a la empresa y se implementen modelos desarrollados por los investigadores en la universidad.

1.5.3 Hipótesis de la investigación

Teniendo en cuenta la siguiente afirmación recogida en el trabajo de Johnson y Kaplan (1988, p. 236):

"Las funciones de control de proceso, coste de producto e informes financieros informan en períodos distintos, categorías distintas de costes fijos y variables, grados distintos en cuanto al rastreo y asignación, distintos conjuntos de costes relevantes y distintos destinatarios. Aunque los tres sistemas procesen información de una única base de datos integrada, no parece posible diseñar un único sistema, al menos en el futuro próximo. Tal vez sea mejor diseñar de momento tres sistemas separados que funcionen de forma eficiente que un único sistema. Con el tiempo aumentaremos nuestra experiencia y podremos ligar los tres".

En la búsqueda de las causas de las limitaciones de los sistemas de información contable para las decisiones de gestión, a fin de encontrar soluciones, cabe la posibilidad de plantear el problema desde una doble perspectiva:

1) La técnica. Por un lado está el sistema de recogida, selección y elaboración-procesamiento de información para la gestión, normalmente constituido por elementos técnicos o humanos dedicados a tareas de registro de mediciones, base primordial del sistema, y que permiten de acuerdo con una tecnología y una estructura preestablecida identificar a la organización como poseedora de un sistema estructurado de Contabilidad de Gestión.

2) La humana. No menos importante que la anterior. Es la consideración de la empresa como grupo social y las repercusiones que tiene el sistema de información contable en su comportamiento, como destinatarios de la información orientada a ayudar en los procesos de decisión, enmarcado en la Teoría de Contingencias. Ahora bien, el hecho de disponer de la información no garantiza su utilización, lo que nos llevaría al estudio del comportamiento y la Contabilidad de Gestión.

Por otro lado, todo hace pensar que el déficit en la aplicación de técnicas cuantitativas en la gestión de producciones y operaciones (simulación, muestreo estadístico, teoría de colas, regresiones y correlación, programación no lineal, estadística no paramétrica, entre otros) en las grandes corporaciones se debe más a la falta de conocimiento que a barreras relacionadas con el tiempo y el dinero (disponibilidad de ordenadores, contratación de expertos, y disponibilidad de recién titulados en métodos cuantitativos) Green *et al.* (1977).

La integración de los sistemas de información generados por *AMT* con el sistema de información contable en un único sistema presenta una serie de ventajas como son:

- a) El acceso a la información desde una perspectiva general facilita el trabajo de la alta dirección puesto que permite mejorar el diseño y control de las estrategias de la empresa¹¹¹,
- b) el ahorro de trabajo, y tiempo, lo que lleva a una reducción en los costes, y lo que es más importante, y
- c) el aumento de la racionalidad de la información del sistema de información contable.

De hecho, desde la perspectiva de Dilts *et al.* (1990, p. 52) "*los datos de fabricación necesitan ser integrados en los datos globales de planificación financiera y decisión y por lo tanto las funciones contables y auditoras necesitan ser capaces de, primero, verificar que los datos generados y recogidos por los sistemas de fabricación son válidos, y segundo, ayudar a la dirección a determinar si la función productiva está bajo control*".

En esta primera fase de nuestra investigación, que se materializa en la memoria de Tesis Doctoral que presentamos, resaltamos la parte técnica, la parte de propuesta y diseño de un sistema de información para la gestión de la producción que asista en los distintos niveles de la organización a la toma de decisiones mediante la disponibilidad de la información requerida por cada nivel y que sea aplicable a cualquier tipo de organización.

El hecho de que el modelo sea generalizable hace que se deba hacer la comprobación en las circunstancias más desfavorables posibles, es decir, con producción heterogénea.

¹¹¹ Puede considerarse el Cuadro de Mando como un ejemplo de nuevas metodologías en Contabilidad de Costes y de Gestión.

Por lo tanto, este objetivo se transforma en la demostración empírica de las siguientes hipótesis:

H1. Para que un sistema de información contable sea útil debe suministrar la información demandada en cada nivel de decisión (estratégico, táctico y operativo), permitiendo la exclusión exigida por los niveles superiores.

Si bien existe una relación mutua entre el sistema de información y el esquema organizativo de la empresa, el sistema de información contable asume un papel de servidumbre de información en cada área de la organización. Por tanto depende de la tecnología de producción utilizada en los procesos de producción, y en especial de la variabilidad que presente, que el sistema contable de gestión, y por tanto, de costes, tenga que adaptarse, sobre todo en lo que a sistemas de medición se refiere.

H2. En los sistemas de producción heterogéneos el sistema de información contable que configura la contabilidad de costes y de gestión debe estar perfectamente integrado utilizando tanto información financiera como información técnica de producción¹¹². En caso contrario no es capaz de recoger las variaciones que se producen a corto plazo en la producción y por lo tanto elabora informes con errores en su contenido. Esta hipótesis se desglosa en las siguientes subhipótesis:

H2.1. El éxito en la implantación de un modelo de un Sistema de Información Contable se mide por su utilización dependiendo de su capacidad de representar fielmente la realidad.

H2.2. Cuanta mayor sea la diversidad, más importante es el papel del sistema de información contable puesto que se hace necesaria más información¹¹³.

H2.3. Debe existir una forma sencilla de modelizar los sistemas de producción siempre que se disponga de la información necesaria.

¹¹² La necesidad de fuentes de información diferentes plantean problemas distintos ya que por ejemplo la información financiera más que medir, se busca, se solicita y se asume según las necesidades, su medición al tratarse de una evaluación de valor tiene un componente subjetivo no sometido a leyes físicas como lo están las mediciones técnicas.

¹¹³ Esta mayor necesidad de información entra en contradicción con la disponibilidad decreciente de tiempo por parte de los gerentes debido a una mayor complejidad en los procesos y en las organizaciones.

Se puede llegar a establecer un esquema que, pese a las variaciones del sistema, permita la simulación de una empresa cualquiera en función de las características diferenciadoras del producto y de su estructura productiva. Las respuestas del modelo son lo suficientemente exactas como para permitir una programación de tareas e incluso su optimización.

H2.4. En un ambiente caracterizado por la diversidad de productos y tecnologías, la unidad de referencia para el diseño e implementación del modelo debe ser el tiempo.

En el caso en que no exista relación constante entre los factores de producción debido a los condicionantes físico-químicos del propio proceso de producción, o del entorno de producción, la utilización de criterios de reparto temporales son preferibles a criterios de consumo de materiales. Por lo tanto, como consecuencia de todo lo anterior y debido también a las variaciones en la calidad del producto final, es distinta la optimización técnica de la producción de la optimización económica de la producción¹¹⁴.

H2.5. A partir de estos modelos, cabe la posibilidad de definir unas funciones de producción que recojan una serie de factores limitativos (ya sean del entorno, tecnológicos, etc.).

H2.6. Que las funciones de producción determinan el comportamiento de las funciones de costes, y mientras el sistema se mantenga estable, el modelo de costes es válido.

Se puede definir una metodología sencilla y fiable de presupuestación a partir de las funciones de costes con producción heterogénea o por pedidos.

H3: El sistema de información contable descrito en las hipótesis H1 y H2 es el resultado de las personas que forman parte de la organización, tanto en su generación, como en su desarrollo o mejora, o en su desaparición.

¹¹⁴ En palabras de Castañeda (1968, p. 270), "*cuando para la obtención de toda cantidad de producto ha de emplearse en cuantía perfectamente determinada cada uno de los factores, lo que ocurre si estos son limitativos el problema queda perfectamente resuelto dentro de la esfera técnica. En tal caso no existe problema económico para lo cual es necesaria la posibilidad de elección de medios o aplicaciones. La determinación técnica tiene, sin embargo, un alcance mucho menor del que pudiera creerse a primera vista. El proceso de fabricación puede desarrollarse según distintos procedimientos o, aun siendo el mismo, utilizar aparatos diferentes o manipulaciones diversas, lo que amplía el área de la indeterminación técnica, que es precisamente la que se resuelve mediante la aplicación del principio económico*".

Es esta última hipótesis la que consideramos es determinante en la verificación exitosa del modelo, mediante la búsqueda de un sistema que evite en la medida de lo posible la resistencia al cambio (Scapens y Roberts, 1993).

Como síntesis de las hipótesis, pretendemos comenzar la investigación hacia la demostración de que es posible la automatización del proceso de programación-presupuestación operativa de forma que el propio sistema permita alcanzar un conocimiento suficiente sobre los procesos de producción.

La utilización del modelo depende de su grado de desarrollo (áreas cubiertas en la empresa, o lo que es lo mismo, el número de usuarios de información cubiertos por el sistema), de su utilidad, de la facilidad y por lo tanto de la lógica de su diseño.

La automatización del proceso es útil ya que tiene como estructura que la sustenta la identificación de las funciones de producción y por tanto de costes, que recogen cualquier circunstancia de producción que se pueda dar. La existencia de acuerdos más o menos tácitos entre directivos y trabajadores desde la perspectiva de la teoría de la Agencia no invalidan dicha automatización ni suponen una actitud negativa hacia ella.

Esta automatización es lógica desde la perspectiva del análisis coste-beneficio. El proceso de automatización, apoyado con los medios actuales de proceso de información, hace que el coste de su aplicación no sea excesivo. Debemos pensar que en el caso de una pequeña empresa el coste de un sistema de información, puede hacer que resulte inviable.

En definitiva de los que se trata es de buscar una solución a un viejo problema expuesto ya por el profesor Manuel de Torres en el prólogo de la clásica obra de Schneider (1957):

"El problema central de la Contabilidad, desde el punto de vista económico privado de la empresa industrial, consiste en suministrar a la gerencia los datos necesarios para la buena marcha de la empresa: que merced a ella se pueda saber en cada momento, y no al final del año, cuando se cierra la contabilidad, en qué medida ha sido eficaz la acción rectora. Y como la misión específica del empresario es la previsión sobre precios, costes y rendimientos, que es el contenido de su especial función, el plan de producción y ventas, el plan económico de la empresa es el término de comparación, la piedra de toque de la eficacia de la acción empresarial y, por ende,

el elemento de contraste de los resultados que la contabilidad tiene como misión registrar".

1.5.4 Planteamiento empírico de la investigación

La validación o rechazo de las hipótesis se realizará en tres etapas:

1ª) El estudio de los sistemas de información y el proceso productivo, ya sea con una formulación de la función tradicional o bien en los nuevos entornos productivos (*JIT, CIM, MRPII, TQM*, etc.) y sus implicaciones en el sistema de información contable.

2ª) Una vez que se han localizado y/o, en su caso, establecido las fuentes de información, su fiabilidad y cantidad, se observan las demandas de información de los decisores planteando un modelo general que en la medida de lo posible les satisfaga.

3ª) La aplicación de la investigación se realiza mediante la realización de un contraste empírico para el que se han realizado dos aplicaciones del modelo en dos escenarios diferentes: Diferencia en el tamaño de las organizaciones, distintos productos, diferentes usuarios y necesidades de información.

En el estudio del proceso productivo el punto de origen de nuestra investigación es la consideración de la heterogeneidad o diversidad en el rendimiento de las actividades de la organización, como factor que genera incertidumbre, y que por lo tanto invalida aquellos sistemas de información con un escaso grado de desarrollo. La diversidad se puede estudiar desagregándola en:

1) La diversidad fines-medios: Se trata de la diversidad planificada, por ejemplo la decisión de utilizar un factor productivo u otro, de fabricar un producto u otro, de utilizar una planta en concreto, agrupamiento de medios de producción, etc.

2) La diversidad causa-efecto: Son las variaciones inevitables, aunque sí puedan ser conocidas y de alguna manera controladas (mediante la utilización de técnicas de control estadístico de procesos), aunque habitualmente exista una cierta variación inexplicable.

Por tanto, el modelo debe recoger estos dos niveles de diversidad y en su nivel máximo de desarrollo, mediante la simulación, permita anticiparse a los acontecimientos, limitando los tiempos de respuesta ante las variaciones, y de esta manera, mejorar la eficiencia de los procesos.

Ahora bien, pese a un planteamiento de un modelo único, este se desarrolla en dos niveles, de acuerdo con la diversidad:

1) La diversidad fines-medios precisa de la utilización de información en tiempo real de la evolución en el desempeño de las actividades de la empresa. La información recogida por sistemas incorporados a las máquinas o a disposición de los operarios miden y envían la información a un ordenador, que procesa dicha información mediante un sistema gestor de bases de datos, procedimiento de validación de la información que se utilizará con el nivel de agregación mínimo pero necesario para la planificación de la producción, la presupuestación y el control de los costes. Esta última etapa está soportada por un *Decision Support System*.

2) Para explicar la diversidad causa-efecto es necesario el estudio individual de cada lugar de actividad, aplicando el análisis marginal mediante la definición de su función de producción, considerando la universalidad de los factores, tanto económicos como técnicos, espaciales, etc.

Por lo tanto, la información recogida en planta se utilizará con esta doble finalidad, cuestión que añadida a la cantidad necesaria exige la disponibilidad de medios informáticos suficientes tanto de *hardware* como *software*.

El estudio se realiza desde una doble perspectiva, diferentes pero que permiten una panorámica dual de una misma realidad: La empresa. Esta doble perspectiva está formada por los aspectos técnicos y por las cuestiones económicas, que forman parte de los objetivos y, por consiguiente, de cualquier decisión que se realice en la empresa.

El nivel de desarrollo del modelo depende de la cantidad de información disponible, así como de la consideración, desde la perspectiva de la Economía de la Información, que tenga el valor de la información para la gerencia¹¹⁵. Se ha aplicado el modelo en dos empresas con la finalidad de la comparación del nivel de desarrollo aplicable del modelo así como del comportamiento de ambas organizaciones en su implementación y utilización.

Debido a la naturaleza de los sistemas productivos de las organizaciones en las que se ha implantado el modelo, el estudio no recoge la casuística de la producción conjunta ciñéndonos al caso de la producción común, por otro lado, el caso de la

¹¹⁵ Una descripción del análisis del coste y del valor de la información se recoge en Demski (1980) y Demski y Feltham (1976).

producción conjunta está ampliamente considerado en los manuales, tanto de Teoría Microeconómica de Producción como en los de Contabilidad de Costes y de Gestión, quedando la evaluación de los sistemas mixtos producción común-conjunta para próximas investigaciones.

Asimismo, por la cuestión de la prudencia necesaria se presentan únicamente la aplicación de dos modelos de costes industriales¹¹⁶, relativos a las secciones operativas. De hecho, en la actualidad se mantiene la relación con una de las empresas con la finalidad de aplicar el modelo a las secciones no operativas, si bien es previsible que la tarea pueda plantear problemas diferentes y por lo tanto precise de soluciones técnicas distintas.

¹¹⁶ En el caso del análisis de la diversidad causa-efecto únicamente se presenta el análisis de un lugar de actividad de una de las secciones si bien el proyecto se realizó para todos los lugares de actividad de esa sección, tal y como se recoge en la Memoria de dicho proyecto.

CAPITULO 2

CONTABILIDAD DE GESTIÓN: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CONTABLE EN EMPRESAS CON PRODUCCIÓN HETEROGÉNEA

2.1 ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

La situación de la empresa actual ha llevado en general a demandar una información diferente, en más cantidad y tanto de naturaleza técnica como económica. La diferenciación en materiales, procesos y productos han añadido complejidad a los procesos de planificación, programación, presupuestación y control de las actividades de la empresa. Estos procesos, independientemente de la existencia de un documento formal o presupuesto maestro resultante cuya utilidad en el nuevo entorno puede ser puesta en duda, precisa la existencia de unas estructuras con un desarrollo al menos básico, dependiendo de las exigencias. En este capítulo examinaremos más en detalle esta relación entre la diversidad existente y el sistema de información, a lo largo del cual se expondrá la importancia del control como elemento básico del mismo.

Dentro de los factores considerados en el estudio de la variabilidad, el tamaño del pedido o lote no es directamente determinante en lo que se refiere a variabilidad-incertidumbre, sí lo es el tipo de producto a ofrecer, considerado dentro del factor entorno, lo que va unido a la existencia y conocimiento en la aplicación de una tecnología en particular. Podemos presentar dos tipos básicos de producción: producción continua y producción discontinua, de uno o varios productos. Debido a los casos presentados más adelante, la producción continua la dividiremos en dos subclasificaciones: continua pura, en el sentido de que no existe a priori una división directa a simple vista del producto a lo largo del proceso, sino que se trata de un proceso a lo largo del cual encontramos flujos de materiales y fondos de semiterminados, y que es necesario la utilización de medidas indirectas para su control; y discreta, en el sentido que existen productos que por su naturaleza son identificables.

La producción discontinua, o intermitente, se denomina comúnmente producción por pedidos, en la que se fabrican productos específicos de acuerdo con las exigencias del cliente. Desde la perspectiva de nuestro trabajo de investigación, además,

consideramos necesaria la característica de heterogeneidad del producto final, es decir, que no exista una relación constante entre unidades producidas y factores consumidos.

De hecho el de la heterogeneidad es una característica observada también desde la perspectiva microeconómica puesto que Frisch, (1963, p. 10) recoge como clasificación de la producción la siguiente: simple, alternativa y conexas, siendo la primera la producción de una mercancía o servicio de tipo único, técnicamente homogéneo, pero este tipo de producción es más bien raro en las formas actuales de organización industrial.

Por lo tanto, desde la perspectiva de nuestra investigación, intentaremos limitar la incertidumbre que produce mediante el sistema de información más adecuado al sistema de producción en particular.

Obviamente existen diversos trabajos que presentan una clasificación de la organización de la producción. Recogemos a continuación algunos que los consideramos más representativos para nuestra investigación¹¹⁷.

Para Arentsen (1995, p. 38) las compañías manufactureras deben ser capaces de fabricar una gran variedad de productos de acuerdo con las especificaciones del cliente (calidad), en tiempos cortos de entrega y a bajo coste. Como punto de partida para el estudio de una arquitectura para el control de la actividad en la fábrica considera las siguientes características:

1. Tamaño del lote y frecuencia con que se repiten los pedidos,
2. complejidad y variabilidad del producto,
3. posibilidad de agrupar las operaciones en las diversas fases del proceso,
4. disponibilidad en planta y grado de automatización de los recursos.

Asegura Arentsen que estas características no son independientes y las compara con la propuesta de Burbidge (1990) que divide el control en cinco niveles a la hora de

¹¹⁷ En este sentido véase también Hill (1993, p. 100), Silver y Peterson (1985, p. 32) que clasifican las instalaciones atendiendo al tamaño y variedad de los lotes identificables que fluyen a través de planta y el tipo de procesos y Vollmann *et al.* (1995, p. 8) que hacen la clasificación en función de la complejidad del producto fabricado según su número de componentes y la naturaleza repetitiva del proceso de producción. Los dos últimos casos están recogidos en Crespo (1997, p. 293).

programar la actividad: programación a corto y largo plazo, orden de comprar o de hacer y despacho de órdenes. En cuanto a la relación entre la variabilidad del material y del producto tenemos conversión mediante procesos, conversiones implosivas, ajustadas y explosivas. Por otro lado considera la variabilidad del producto y el tamaño del pedido. Distingue entre el pedido, los lotes y la fabricación continua o en serie. Si combinamos estas dos clasificaciones obtenemos la siguiente tabla que recoge el tipo de producción y el control necesario en cada uno de ellos.

Tabla 3
Tipología de producción

		Tipo de conversión del material							
Tipo de producción	Control de la producción	Proceso	Implosivo		Ajustado		Explosivo		
Pedidos	P (L/P)		G	metalurgia,	G	tratamiento	R	construcción	
	P (C/P)		R	cerámica, im-	R	médico con	R	naval, inge-	
	O (fabricar)		I	presión-publi-	I	calor o rayos	R	nería civil,	
	O (comprar)		R	caciones	R	X	R	instalaciones	
	Despacho		R	plásticos	R		R	especiales, ...	
Lotes	P (L/P)	G	cerveza, ladri-	G	metalurgia,	G	Tintado de	R	máquinas he-
	P (C/P)	G	llos, leche,	R	cerámica, cris-	R	tejidos,...	R	rramientas,
	O (fabricar)	R	productos quí-	I	tal, muebles,...	I		R	compresores,
	O (comprar)	R	micos	R	plásticos	R		R	ropas, textil,...
	Despacho	N		R		R		R	
Continua	P (L/P)	G	Cemento,azu-					R	automóviles,
	P (C/P)	G	car, minería,					R	camiones, co-
	O (fabricar)	R	química					R	cinas, frigorí-
	O (comprar)	R						R	ficos.
	Despacho	N						R	
Productos		Productos a granel	Product. generales		Partes		Ensamblajes		

P: programación, O: pedido, N: no requerido, R: requerido, G: planes generales expresados en unidades de medida física o monetaria, I: artículos ya están especificados en el programa a corto plazo.

Fuente: Burbidge (1990) en Arentsen (1995, p. 35), modificado.

Como se puede observar, resultan tres grupos perfectamente diferenciados. El primero, la conversión mediante procesos por lotes o continua requiere planes generales en cuanto a programación de la producción, así como control en caso de fabricación o producción, pero no requiere el despacho de las órdenes ya que éstas se ejecutan de manera automática. El segundo grupo implosivo y ajustado por lotes o pedidos únicamente necesita un plan general a nivel de programación a largo plazo, La programación a corto plazo recoge los artículos a fabricar, lo que significa que no es necesario ordenar su producción de manera expresa. El tercer grupo requiere control a todos los niveles.

La primera zona identificada se refiere a fabricación por lotes y continua mediante procesos que requieren planes generales, los productos no son excesivamente susceptibles a cambios y los factores productivos se mantienen estables. Las columnas centrales recogen la fabricación de componentes por pedidos y lotes mediante la utilización de materiales de manera impositiva, se necesitan muchos factores para conseguir una gama de productos estable, o ajustada, en la que se observa una relación constante entre el número de factores de producción y el de productos, y únicamente necesita un plan general a largo plazo; el plan a corto plazo lista los trabajos a realizar. El ensamblaje, de tipo explosivo en el que encontramos una gran variedad de productos finales se realiza, de acuerdo con la columna de la derecha, por ordenes, en lotes o por pedidos mediante una conversión explosiva de los materiales, y requieren todos los niveles de control.

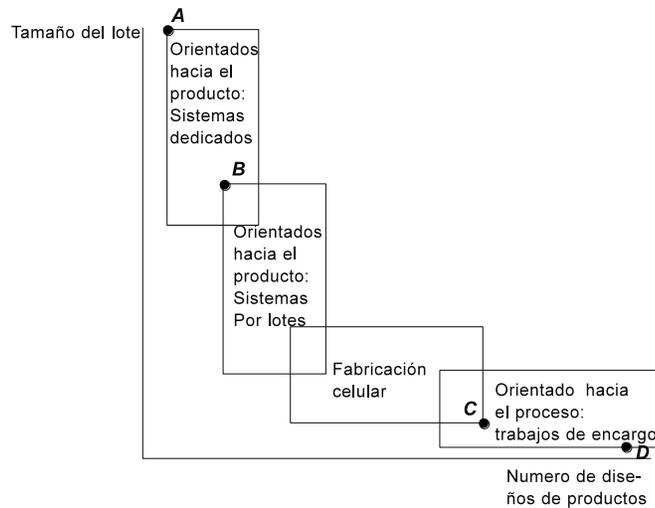
La investigación que nos proponemos se materializa con la contrastación empírica en dos empresas o lo que es lo mismo en dos procesos productivos. El primero corresponde a una producción bien por lotes o por pedidos e impositiva (recogido en el trabajo como plásticos en el área sombreada). El segundo corresponde a un tipo de conversión explosiva con producción por lotes (recogido en el trabajo como telar en el área sombreada).

Por su parte, Gaither (1992, p. 139) identifica y ordena los sistemas en función de parámetros tales como el tamaño del lote y el número de diseños del producto, relacionando cada estadio con los costes esperados y presenta la tipología de acuerdo con la figura 6. En la mencionada figura se presentan cuatro puntos identificados con las letras A, B, C y D como representativos del tipo de producción. Para Gaither, pasar en la figura 6 del punto A al punto D, supone que el coste por unidad y la flexibilidad del sistema de producción aumentan. El punto A es un producto único, con una gran demanda y los costes por unidad son muy bajos, pero este tipo de organización es muy inflexible porque los equipos están muy especializados en ese producto y la formación específica de los operarios hace impracticable el cambio hacia la fabricación de otros productos. En el punto B, aunque el sistema es relativamente inflexible, los empleados están entrenados para cambiar a otros productos, y los equipos posibilitan dicho cambio, aunque con alguna dificultad. En el otro extremo, el punto D representa la producción de múltiples productos por pedidos (uno de cada¹¹⁸); ésta forma de producción es

¹¹⁸ *Many one-of-a-kind products.*

extremadamente flexible. En este caso, se trata de un taller que fabrica lotes de un solo producto.

Figura 6
Clasificación de los sistemas de producción



Fuente: Gaither, 1992, p. 140.

Sin duda, la información necesaria, tanto desde la perspectiva cuantitativa, como cualitativa depende de las exigencias de control por parte del decisor y, a su vez, el control está condicionado por el tipo de actividad: a mayor diversidad en las actividades de fabricación mayores exigencias de control. Por lo tanto, la cantidad de información está en estrecha relación con el tipo de actividad.

Entonces, dependiendo del tipo de producción encontraremos unas ventajas u otras ya que, por ejemplo, el trabajo en serie o producción continua puede llevar a la aparición de economías de escala y en general es más sencillo de planificar ya que al existir menos cambios existen menos periodos de ajuste de las máquinas y, por lo tanto, la situación de producción es más estable, hay menos riesgo e incertidumbre y unos costes de producción más bajos.

Stevenson (1993, p. 183) propone cinco tipos básicos de sistemas de proceso: continuos, repetitivos/ensamblaje, lotes, pedidos y proyectos. Si se trata de un sólo producto muy estandarizado que se produce en grandes cantidades sería continuo; si son grandes períodos produciendo unos pocos productos muy similares serían procesos

repetitivos/ensamblaje o semicontinuos como la fabricación de automóviles; el trabajo por lotes hace referencia a un sistema intermitente ya que hay que realizar con frecuencia cambios para pasar de un lote a otro. El trabajo por pedidos también es intermitente pero en pequeñas cantidades y los proyectos es un tipo especial que consiste en realizar trabajos complejos que se deben de completar en un período de tiempo limitado. En la tabla 4 se muestra la relación entre la variabilidad del producto, flexibilidad de los equipos productivos y el volumen de producción.

Tabla 4
Variabilidad del producto, flexibilidad y volumen de producción

Variedad producto	Alta	Moderada	Baja	Muy baja
Flexibilidad equipos	Alta	Moderada	Baja	Muy baja
Volumen bajo	Pedido			
Volumen moderado	Lote			
Volumen alto	Ensamblaje			
Volumen muy alto	Continua			

Fuente: Stevenson (1996, p. 183).

2.1.1 Trabajar en serie y en lotes

Un justificación indirecta de nuestro trabajo la encontramos en Schonberger y Knod (1994, pp. 406 y 407) cuando afirman que: "existen una serie de factores clave que proporcionan un soporte directo para el éxito en las operaciones de las industrias de procesos. Estos factores son:

- 1.- *Diseño del proceso e inversión en equipos.*
- 2.- *Mezclas óptimas.*
- 3.- *Mantenimiento riguroso.*
- 4.- *Estrecha supervisión del proceso.*
- 5.- *Fiabilidad de los suministros y envíos a clientes.*
- 6.- *Rapidez en los cambios.*
- 7.- *Periodos de proceso regulares.*
- 8.- *Producción lineal.*

El problema aparece cuando no se trabaja por procesos continuos o lotes y los periodos de proceso no son regulares, cuando las ventajas de este tipo se convierten en incertidumbre. Entonces se debe intentar suplir esas deficiencias mediante un aumento de la información disponible. Los autores advierten que los puntos 7 y 8 apenas han recibido atención alguna. Es más, proponen como principio el de reducir la variabilidad. Esta variabilidad en cuanto a cantidad, tiempo de proceso y tiempo entre procesos supone que exista una tendencia hacia la utilización de toda la capacidad productiva, dejando un margen muy estrecho para cubrir aumentos de demanda; además, hay que mantener stocks de seguridad costosos y el personal de ventas mantiene incertidumbre sobre la cantidad a producir y el tiempo necesario. Por lo tanto, el problema aparece cuando es imposible eliminar esa variabilidad porque es intrínseca al sistema de trabajo.

Ante la incertidumbre creada por la heterogeneidad la solución pasa por buscar una variable que permita la comparación lógica para cualquier circunstancia, es decir que permita expresar de manera fiable y sencilla la proporcionalidad en la utilización de recursos entre materias, procesos y productos diferentes (heterogéneos). Si bien no es utilizable siempre y de hecho podríamos poner algún ejemplo, consideraremos la utilización del tiempo de producción como punto de partida para la búsqueda de dicha proporción.

Desde nuestra perspectiva y en referencia al trabajo de Gordon y Miller (1992), consideramos que la heterogeneidad (en productos) afecta al tiempo de producción, lo que lleva a una mayor dificultad en la estimación y control de costes de producción. El modelo se apoya en la consideración de la trilogía coste-calidad-tiempo y por lo tanto en la tecnología, la importancia de disponer de tecnología novedosa que ha incluido una mejora en los sistemas de información de los equipos.

En definitiva, estos sistemas de producción característicos de las empresas que trabajan por lotes o pedidos (oportunidades de alcance) plantean mayores dificultades a la hora de ser gestionadas, al presentar una mayor variedad en mercados, productos y procesos. Por lo tanto aceptamos que este tipo actividad exige una información diferente, y por lo tanto de sistemas de información contable más sofisticados con una mayor presencia a lo largo de la cadena de valor del producto. Aceptamos como propio el reto de diseñar un sistema (Johnson y Kaplan 1988, p. 21): *"que proporcione información apropiada para facilitar los esfuerzos realizados para controlar los costes, medir y mejorar la productividad, y crear procesos de producción más competitivos, [...]"*

obtener costes de producto ajustados para que las decisiones de precio, introducción de nuevos productos, abandono de productos sin mercado y respuestas a productos rivales pueda hacerse con la mayor y mejor información posible sobre los recursos que demanda cada producto".

Tal y como hemos comentado en referencia a las tecnologías de información, estableceremos dos ámbitos que mantendremos diferenciados a lo largo del trabajo en lo que hemos definido como una investigación dual:

a) El ámbito productivo, caracterizado por información de naturaleza amplia pero siempre técnica, tanto cuantitativa, expresada en unidades físicas, como cualitativa, a partir de índices. Su fiabilidad depende de las condiciones así como de los métodos con los que se realizaron las mediciones. En este apartado recogemos información sobre kilogramos, metros lineales, cuadrados o cúbicos producidos, temperatura de proceso, consumo en kilovatios de electricidad, tasas en porcentajes de regularidad o eficacia, etc.

b) El ámbito financiero, la información está expresada en unidades monetarias, por lo tanto su estabilidad en lo que a fiabilidad se refiere es menor que las anteriores desde la perspectiva de que, dependiendo de los ciclos económicos, la monetaria es una medida afectada por procesos inflacionarios, etc., su utilización exige por lo tanto de procesos de homogeneización si el periodo transcurrido desde su generación es importante.

2.1.2 Las empresas que trabajan por pedidos

Una vez definida la estrategia de la función de producción su objetivo, "*consiste en fabricar oportunamente el output deseado, de una calidad específica, en cantidades y momentos apropiados, y al menor coste posible, por lo que su actividad básica es la de tomar inputs en forma de materiales y recursos y convertirlos en outputs en forma de productos y/o servicios, esto es, la conversión de los materiales operación a operación, hasta obtener los productos finales necesarios para satisfacer adecuadamente la demanda de los clientes*" (Crespo, 1997, p. 25).

En función de esta definición, y desde nuestra perspectiva, un pedido es un compromiso en firme aceptado por el oferente de productos o servicios caracterizado por un lado por unas especificaciones concretas del objeto del compromiso, definidas por su

finalidad, dimensiones, materiales, diseño, calidad, cantidad, y por otro el tiempo y lugar de entrega¹¹⁹, concertadas con el cliente de acuerdo con un precio ofertado, que se concretan en una serie de actividades a realizar por este último¹²⁰ de acuerdo con su criterio de maximización de la ganancia a largo plazo.

El pedido como unidad de gestión es universal a toda organización de la producción o prestación de servicios ya sea en entidades con ánimo de lucro o carentes de él. Es el nivel de diversidad o heterogeneidad del output el que al condicionar los procesos de transformación, diferencia entre fabricación en serie, por lotes o en pedidos individuales agrupando los pedidos por sus especificaciones para minimizar los costes (por la reducción de los tiempos de *setup* y búsqueda de economías de escala en general).

Obviamente, desde la perspectiva económica, el trabajo por pedidos tiene un coste mayor, justificado por estrategias basadas en economías de alcance y diferenciación, ofertando una variedad de productos y servicios que atraiga a los clientes.

En resumen, según Crespo¹²¹ al intentar reducir los costes de fabricación mediante los procesos de agrupamiento, "*existe un elevado grado de incertidumbre asociado a las necesidades de tiempo para elaborar el pedido, por lo que resulta difícil garantizar los plazos de entrega de los productos -puesto que es necesario adecuar el proceso a las características específicas de cada producto-, éstas se basan en el tiempo de acumulación más una estimación del tiempo necesario -basada en una lista de materiales- para efectuar cada paso de diseño, localización y fabricación para un trabajo concreto*". Y por lo tanto cualquier esfuerzo que se oriente hacia la mejora en la organización temporal repercutirá en una mejora de la competitividad de la empresa.

Por otro lado, el condicionante económico hace que sean las pequeñas y medianas empresas, por ser más flexibles las que acudan o se vean obligadas a acudir a este tipo de estrategia para competir con las grandes empresas¹²².

¹¹⁹ O duración y lugar en el caso de la prestación de un servicio.

¹²⁰ De acuerdo con el modelo ABC podríamos decir que un output es un conjunto de actividades con entidad propia e individual.

¹²¹ *Op. cit.* p. 41.

¹²² Véase el trabajo de Castelló y Lizcano (1994b) y García Cornejo *et al.* (1999).

Ahora bien, de acuerdo con la caracterización típica del proceso según Hill (1993, p. 104) el trabajo por pedidos se diferencia de los proyectos, del trabajo por lotes, línea de producción o producción en serie en una serie de aspectos. Recogemos en la tabla 5 los que consideramos más representativos.

Tabla 5
Características típicas del proceso

<i>Aspectos</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Pedido</i>	<i>Lote</i>	<i>Línea</i>	<i>Proceso continuo</i>
Tipo de productos	especiales, poco estandarizados	especiales	————▶	estándares	estándares
Rango de productos	amplio	amplio	————▶	reducido	muy reducido
Tamaño del pedido	pequeño	pequeño	————▶	grande	muy grande
Tasa de introducción de nuevos productos	elevada	elevada	————▶	baja	muy baja
¿Qué vende la empresa?	capacidad	capacidad	————▶	productos	productos
¿Cómo se compete?	velocidad / capacidad de diseño singular	velocidad / capacidad de diseño singular	————▶	precio	precio
Criterio de eliminación frente a la competencia	precio/entrega a tiempo/cumplimiento de calidad	precio/entrega a tiempo/cumplimiento de calidad	entrega a tiempo/cumplimiento de calidad	diseño/entrega a tiempo/cumplimiento de calidad	diseño/entrega a tiempo/cumplimiento de calidad
Naturaleza de la tecnología del proceso	orientada hacia propósitos generales	universal	————▶	dedicada	muy dedicada
Flexibilidad del proceso	alta	alta	————▶	baja	inflexible
Factor dominante	mixto	mano de obra	————▶	maquinaria	maquinaria
Cambios en la capacidad	incremental	incremental	————▶	cambio escalonado	nueva instalación
Tarea clave en producción	cumplir especificaciones /calendario de entrega	cumplir especificaciones / fecha de entrega	————▶	bajo coste	bajo coste
Nivel de inversión en capital	alto / bajo	bajo	————▶	alto	muy alto
Control organización apropiado	centralizado / descentralizado	descentralizado	————▶	centralizado	centralizado

Fuente: Hill (1993, p. 104).

En la que observamos que:

1) No queda limitada con exactitud la frontera entre producción bajo pedido y la producción por lotes, ni la correspondiente a la producción por lotes y en línea.

2) En el caso del trabajo por pedidos la mano de obra es el factor dominante puesto que requiere una flexibilidad no aportada por las máquinas.

3) El tiempo es el factor clave para la competitividad, con una calidad comprometida para las estrategias por pedidos.

En definitiva, si debemos resaltar el factor diferenciador entre el trabajo por lotes y por pedidos, este es el número de tareas distintas necesarias para completar un producto, y este aumento de tareas diferentes supone complejidad y por lo tanto incertidumbre.

2.2 LA HETEROGENEIDAD Y LA AGREGACIÓN, UN PROBLEMA PARA PLANIFICAR Y PRESUPUESTAR

Para las compañías que ofrecen múltiples productos en una línea de productos (o fabrican múltiples líneas de productos en instalaciones comunes), el cálculo del coste exacto es crítico para la fijación de precios, la introducción y la mejora del producto (Shank y Govindarajan, 1988), en concreto el problema planteado es que los productos con grandes volúmenes recibirán un sobrecoste relativo a los productos de bajo volumen, pero solo en aquellos casos en que los costes indirectos no sean proporcionales al volumen producido.

Gupta (1993, p. 180) describe el problema como: *"los sistemas de contabilidad de costes han sido criticados frecuentemente por distorsionar los cálculos de costes debido en parte a los métodos de agregación en la acumulación y reparto de los costes. La mayor parte de esas críticas son basadas en la amplia y mantenida creencia e intuición común de que la agregación de conjuntos heterogéneos de información distorsiona las inferencias basadas en esa información agregada"*.

La heterogeneidad, factor resultante de la competencia, ha sido tratada habitualmente en el cálculo de costes mediante la agregación, descrita por Ijiri (1975, p. 109) como:

"Generalmente, la reducción de datos n -dimensionales $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ en datos m -dimensionales $y=(y_1, y_2, \dots, y_m)$ mediante la función $y=f(x)$ se denomina agregación cuando $m < n$ ".

Hasta que con los planteamientos de la gestión basada en actividades se ha procedido a la desagregación en un camino hacia la homogeneidad manteniendo la desagregación, en la idea de que la reducción en el nivel de heterogeneidad en los grupos de costes aumentará la exactitud en los costes calculados.

Ahora bien, Gupta advierte que la superioridad de un sistema de costes sobre otro no puede ser establecido sin ambigüedad en ausencia de conocimiento del coste real del producto, ya que su cálculo si bien es difícil, lo es tanto como la identificación de la responsabilidad de los factores económicos realmente responsables de los costes para asociarlos a los productos¹²³. Por otro lado, el incremento del número de grupos de costes en un sistema de costes puede realmente aumentar los errores de especificación y medición (Datar y Gupta, 1994).

Para Feltham (1977, p. 44) *"la agregación de la información de costes ocurre cuando un contable crea unos agrupamientos de costes que contienen más de una categoría de costes desagregado y para el cual recoge una descripción agregada de los inputs y de los costes asociados. Y al crear un grupo de costes agregados, el contable está seleccionando un sistema agregado η^a mediante la determinación de:*

- (i) El número de agrupaciones de coste,*
- (ii) el conjunto de categorías de costes desagregados a ser incluidos en cada grupo (es esencialmente determinado por las reglas que el contable establezca para clasificar costes),*
- (iii) el input de información para ser recogido en cada grupo de costes, y*
- (iv) la información de coste a obtener en cada grupo".*

Ahora bien, previamente y a los efectos de la toma de decisiones (Feltham, 1997, p. 43), *"la estimación de los costes debe ser expresada como una función de las acciones alternativas. Sin embargo, los costes son generalmente observados como asociados con los recursos que serán utilizados si se realiza una acción en particular.*

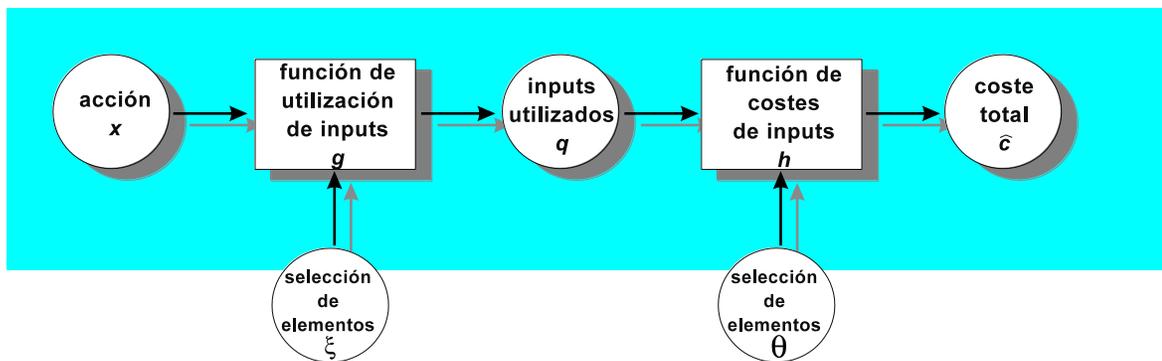
¹²³ Gupta, en referencia al ABC asegura que *"aunque el sistema de costes tenga más grupos de coste y especificaciones más ajustadas, como los sistemas ABC, tienen una atracción intuitiva, no tienen por qué resultar siempre más exactos"* (p. 209).

Consecuentemente, la función de costes se suele expresar como composición de dos funciones:

- (i) Una función relativa a los inputs utilizados, y
- (ii) una función relativa al coste de los inputs utilizados,"

Que se ilustran en la figura siguiente.

Figura 7
Funciones de utilización y de costes



Fuente: Feltham, 1977, p. 42.

Por su parte, Stoker (1993) diferencia tres enfoques principales en la modelización empírica de datos agregados:

- a) Modelización de datos agregados solamente;
- b) modelización del comportamiento económico individual o microsimulación; y
- c) modelización conjunta de datos individuales y agregados.

En el último apartado explica que "los resultados de estimar ese modelo son aplicables a un amplio rango de cuestiones: el modelo desde la perspectiva de los datos individuales puede ser usado para medir efectos distributivos, mientras que los datos agregados pueden ser utilizados para simular o modelizar con datos agregados estimativos para el futuro" y "mediante su construcción, las simulaciones de ecuaciones de nivel individual son consistentes con las simulaciones de ecuaciones agregadas".

Ahora bien, ¿es necesariamente mala la agregación?

Esta es una cuestión perfectamente identificada en la teoría económica, en el sentido de presentar dos ámbitos de estudio, el de la macroeconomía y el de la microeconomía. En opinión de Grunfeld y Griliches, (1960, p. 10) ¹²⁴, "*es indudablemente cierto que la desagregación tiene ciertas ventajas. En particular nos puede sugerir como mejorar nuestra teoría. Pero puede ser inútil, sin embargo, esperar que la desagregación resultará en una mejor explicación de los agregados sin un cambio apropiado en el modelo. Diferentes niveles de agregación requiere teorías con diferentes niveles de abstracción*". Y más adelante identificamos el desarrollo de nuestra investigación cuando afirman que: "*a la luz de esta discusión, un economista podría proponer dos conclusiones alternativas. Una podría ser intentar mejorar nuestra teoría de forma que sea más aplicable a los micro datos. Alternativamente uno podría concentrarse en mejorar las macroteorías y técnicas de investigación*". En definitiva, según estos autores, la agregación no es necesariamente mala si uno está interesado en los agregados.

Para concluir esta introducción podemos asegurar que el nivel de agregación dependerá de la finalidad de la información y del usuario de la información, si bien hay situaciones/empresas para las que la agregación y las desviaciones son asumibles e incluso positivas, existen otras en las que es deseable la mayor exactitud posible en el cálculo de sus costes, y entre estas encontramos a aquellas para las que es vital el desarrollo de estrategias de promoción y venta basadas en costes cuyos productos tienen un ciclo de vida corto¹²⁵.

2.2.1 Contabilidad de Gestión, tipos de diversidad y organización de la producción

En la consideración de que la estrategia de la empresa se materializa en la satisfacción de las necesidades del cliente y profundizando aún más en el hecho de la diversidad de productos y con referencia al lote, cabe la posibilidad de observarla desde dos perspectivas, la fabricación de productos es heterogénea porque existen distintas líneas de producción¹²⁶, lo que supone diferencias en la utilización de materias primas,

¹²⁴ En este trabajo se muestra que las ecuaciones macroeconómicas tienen unos coeficientes de determinación superiores a las ecuaciones micro, pero que no es relevante a juzgar por el resultado de cada ecuación, aunque tampoco afirman que no existan microsistemas que superen a una macroecuación, "*sólo que no vivimos en un mundo de microsistemas perfecto*"(p. 9).

¹²⁵ Véase Mechant y Shields, 1993, pp. 80-81.

¹²⁶ Hacemos referencia a la existencia de familias de productos diferentes.

distintos medios técnicos (tecnología) y humanos de lo que resultan distintos productos - diferenciación estructural-.

Por otro lado, con los mismos inputs, pero apoyándose en el rango de posibilidades técnicas y humanas y dentro de una línea de producción, la obtención de productos diferenciables por sus características físicas -diferenciación por ajuste¹²⁷-. Para finalizar existe una diferenciación básica, que explica que aunque no exista diferenciación estructural o por ajuste, puede tratarse de un proceso con productividad marginal variables por el efecto del denominado ciclo de vida del producto¹²⁸, es decir, debido por ejemplo a la existencia de procesos de aprendizaje-diferenciación por circunstancias-¹²⁹.

Como consecuencia de esta clasificación se puede establecer por la observación, que generalmente las necesidades de información son relativamente bajas en las situaciones de diferenciación por tamaño y ajuste aumentando en las situaciones de

¹²⁷ Con este término hacemos referencia a que en el seno de una línea de productos se obtienen variaciones menores mediante pequeños ajustes en las máquinas lo que permite básicamente cambios en las dimensiones, es decir, supone un cambio de producto dentro de una familia de acuerdo con sus naturaleza.

¹²⁸ Es especialmente en la etapa de crecimiento (frente a la de precomercialización, introducción y la posterior de declive) durante la cual "los costes promedios disminuyen al lograrse mayor especialización de los recursos, un uso más eficiente del equipo, la utilización económica de los subproductos, etc. En general, se obtiene una reducción rápida del coste por unidad como consecuencia del efecto combinado de la curva de aprendizaje en las áreas de ingeniería, producción y marketing y de las economías de escala" (Blanco Dopico y Gago Rodríguez, 1995, c-845).

¹²⁹ Para Gupta (1993, p. 184) clasifica la heterogeneidad en productos en función de los criterios de reparto (*inter-product*):

$$MP_j = \frac{1}{k} \sum_k \frac{1}{m_k} \sum_{i \in k} \left(\frac{v_{ij} - \bar{v}_{kj}}{\bar{v}_{kj}} \right)^2$$

medidas de reparto:

$$MA_i = Corr(q_{ij}, p_{kj})$$

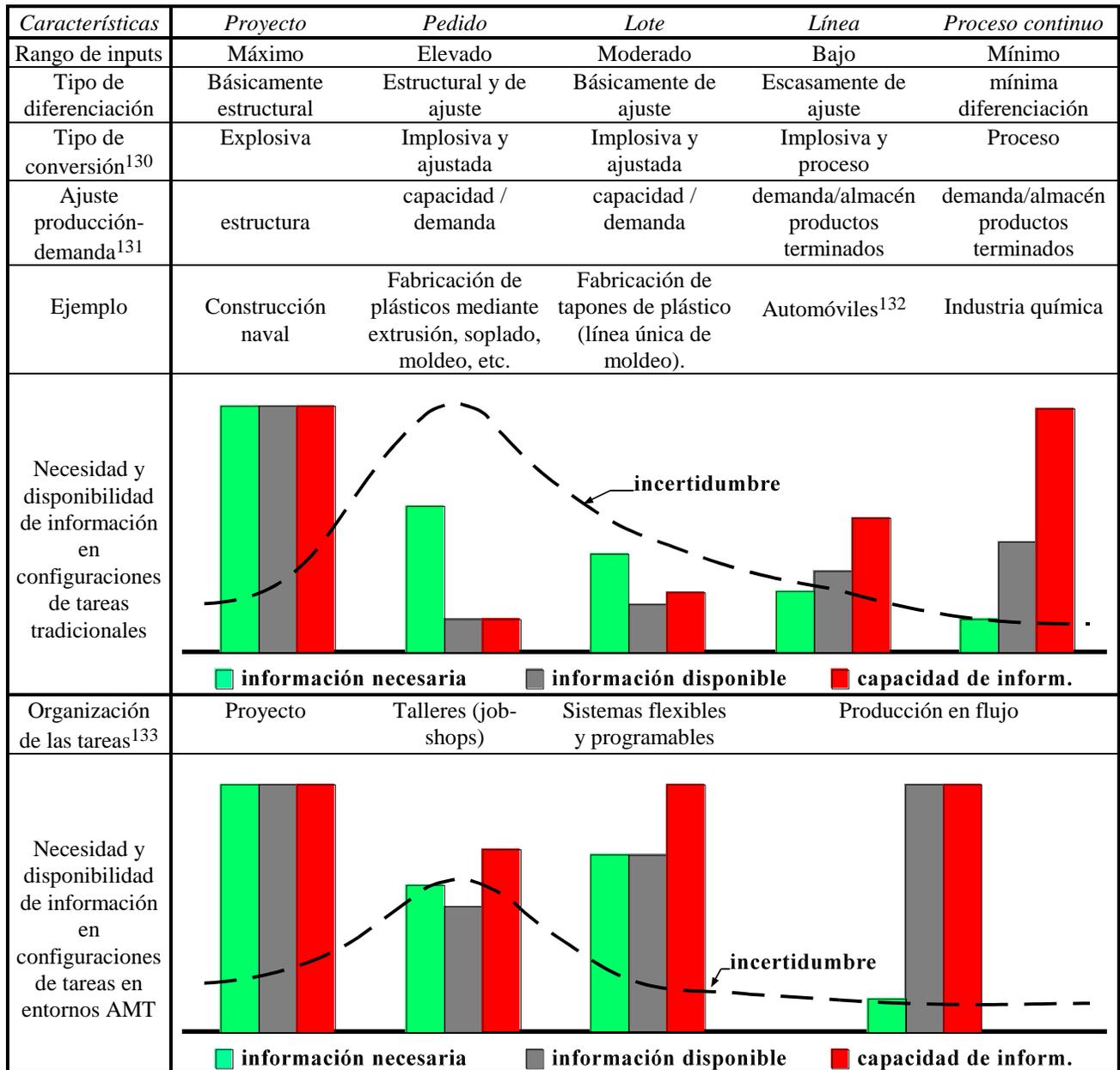
y utilización de recursos en lo productos (*intra-product*):

$$MP = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{p_j - \bar{p}}{\bar{p}} \right)^2$$

donde v_{ij} es la proporción de *driver* utilizado por una unidad del producto j en la actividad i , m_k es el número de actividades agrupadas en el k -ésimo grupo de costes, \bar{v}_{kj} es la utilización media proporcional del recurso por una unidad del producto j en las actividades del grupo k -ésimo, q_{ij} es la actividad i para fabricar el producto j y los grupos de costes atribuidos se notan como q_{ij} . Por su parte p_j es el valor de la característica correspondiente al producto j , y \bar{p} es el valor medio de p para todos los productos.

diferenciación estructural y son máximas cuando concurren los tres tipos de diferenciación.

Figura 8
Diferenciación y organización de la producción



Fuente: elaboración propia a partir de los trabajos de Arentsen (1995), Hill (1993) y Starr (1989).

¹³⁰ Véase Arentsen, 1995, p. 35.

¹³¹ En el modelo de producción tradicional.

¹³² Si bien la aplicación de filosofías JIT permitiría en la última década considerarla de lotes debido al aumento de la diversidad en los productos.

¹³³ Véase *Work Configuration* en Starr, 1989, p. 129.

Por lo que se refiere a la producción en serie o línea (producción en flujo) la introducción de la automatización ha mejorado la eficiencia de los procesos productivos y maximiza la información disponible. El hecho de que se trate de operaciones concretas repetitivas ha facilitado los procesos de automatización, y con la automatización se ha implantado los sistemas de control numérico por ordenador o directo que permiten la generación de información en tiempo real y registrarla en ficheros de datos.

Una cuestión muy importante es decidir la tasa de producción agregada que significa el ritmo de producción por unidad de tiempo (semana, mes, etc.). Puesto que la mayoría de las fábricas producen muchos productos diferentes es necesario expresarlo en una unidad homogénea, por ejemplo, el peso, el volumen, el trabajo necesario, o cualquier otro. Ahora bien detrás de una misma tasa de producción pueden existir infinitas combinaciones que forman la cartera de productos, y por lo tanto esta combinación condicionará la estructura productiva en cuanto a la capacidad necesaria, tipo de factores productivos, su cantidad, etc. Además a la hora de decidir sobre esa tasa de producción y su relación con la capacidad productiva es necesario tener en cuenta que los pedidos suelen estar sujetos a fluctuaciones, y la cuestión entonces es como absorber dichas variaciones (Holt *et al.*, 1960, p. 48):

- 1) Mantener constante la tasa de producción contratando o despidiendo mano de obra.
- 2) Utilización de horas extraordinarias.
- 3) Utilización del almacén como colchón ante fluctuaciones en la demanda.

Además de acuerdo con las modernas filosofías de gestión basadas en el tiempo y en el caso de proyectos, la solución a las fluctuaciones en la demanda residen en las políticas de precios y los plazos de entrega a los clientes puesto que se descarta la posibilidad de utilizar el almacén de productos terminados.

2.2.2 Diversidad y Proporcionalidad: el problema para el sistema de información contable

Desde la perspectiva del sistema de información contable, el problema principal es la falta de proporcionalidad en el consumo de los inputs por parte de los outputs en las actividades puesto que esta circunstancia incide en la distribución de los costes

indirectos y además impiden aplicar las técnicas cuantitativas en la planificación con datos contables (Feltham, 1970)¹³⁴. Esta falta de proporcionalidad se muestra en un doble sentido¹³⁵:

1) En el tamaño del lote: debido a la existencia de curvas de productividad diferentes (ley de productividad marginal decreciente, curvas de aprendizaje) en la elaboración de un mismo output.

$$PME = \frac{Q_b}{v_i}$$

2) Debido a la diversidad de ajustes a realizar dependiendo de las características de un producto: existirá un consumo proporcionalmente diferente cuando se cumpla que en la obtención de dos outputs diferenciables por sus características y cualidades se cumpla la siguiente desigualdad de las productividades marginales a partir de un mismo conjunto de factores en una unidad de actividad:

$$\frac{\partial Q_a}{\partial v_i} \neq \frac{\partial Q_b}{\partial v_i} \text{ si } Q_a = Q_b$$

donde ∂v_i es la cantidad de factor i consumido en la elaboración de la i -ésima unidad del producto a , Q_a , y asimismo se compara con la elaboración de la i -ésima unidad del producto b , Q_b .

Son en los modelos de organización en los que predomina la mano de obra en los que aparecen dificultades para el control de las operaciones motivados por la dificultad en ocasiones en la recogida de información sobre la evolución de las tareas, salvo en la gestión de proyectos. El motivo es que la gestión de proyectos exige un esfuerzo inicial de planificación y coordinación, lo que implica un sistema de información muy desarrollado y que trasciende durante la fase de implementación a la recogida de información puesto que si bien la variedad de tareas es mucho mayor, estas se repiten en menor número lo que facilita el control.

¹³⁴ Feltham, en su trabajo titulado "*Some Quantitative Approaches to Planning for Multiproduct Production Systems*" revisa la aplicación de metodologías cuantitativas en la planificación como la planificación lineal, y para que sean aplicables las técnicas los sistemas de producción deben reunir una serie de características: tecnologías de procesos estables, productos mensurables, divisibilidad, independencia, funciones de costes lineales y proporcionalidad (entendida como que la función de producción para cada proceso es determinista, lineal, y homogénea de grado uno, lo que significa que doblar el nivel de actividad de los procesos requiere dos veces el número de unidades de cada input y produce dos veces el número de unidades de cada output -p. 12-).

¹³⁵ Se trata de la diferenciación por tamaño y ajuste. La diferenciación por línea no necesariamente incide el distorsionar los costes dependiendo de la organización de la empresa.

En el ámbito de nuestra investigación definiremos dos tipos de diversidad que en el próximo capítulo se identificará con dos niveles de desarrollo del modelo: la diversidad causa-efecto, que recoge las variaciones, tanto previstas como inevitables, en la actividad de los lugares de actividad, y la diversidad fines-medios, que viene definida por las diferentes posibilidades en el consumo de factores, que pueden presentar rendimientos diferentes así como productos diferentes, por lo tanto, existe una identificación de la diferenciación estructural con la diversidad fines-medios, mientras que la diferenciación por ajuste corresponde a la diversidad causa-efecto (véase la figura 9).

Figura 9
Relación entre estrategia y rendimiento



Fuente: elaboración propia.

2.2.3 Agregación e integración como primera solución

El entorno, desde la perspectiva planteada en el capítulo anterior es generador de incertidumbre, existiendo una relación directa entre la turbulencia o complejidad del entorno y la incertidumbre del decisor. La solución a la incertidumbre es facilitar la

anticipación a los acontecimientos disponiendo de la información suficiente cuantitativa y cualitativa, en cuantía y con la frecuencia requerida por el decisor. Obviamente, una forma de disminuir la incertidumbre es mediante la disminución de la diversidad por ajuste y tamaño mediante la acumulación de unidades de decisión en conjuntos mayores de similar o idénticas características, por ejemplo, el agrupamiento de pedidos en lotes que permiten procesos más continuos en el tiempo si bien perdería competitividad en cuanto al plazo de entrega.

En un nivel superior encontramos una solución en la integración de procesos ya que al aumentar la cantidad de actividades cabe la posibilidad de que resulte más fácil ese agrupamiento y permite compaginar la reducción del grado de incertidumbre con políticas de diferenciación de la producción.

La dificultad reside en que no siempre es posible la integración de procesos. Es más, aparecen problemas de agregación de factores, productos y procesos tal y como reflejan Healthfield y Wibe (1987) en el último caso en lo que a organización de la producción, es decir, la combinación de las distintas fases productivas. Y es que si una posible solución a la diferenciación es la agregación de procesos o productos, según estos autores la propia agregación se convierte en un problema cuando nos referimos a factores¹³⁶, ya que para realizar su análisis se procede a una consideración general de cada uno de ellos, incluyendo, por ejemplo si se considera la mano de obra, una equivalencia entre una hora de trabajo de un operario y de un ingeniero¹³⁷; es más, es aceptada la posibilidad de dividir o realizar una subagregación de los grupos de factores en subgrupos, sin especificar el nivel de desglose avisándonos de que *"no existe un principio claro de como desagregar cada factor de producción en sus subconjuntos característicos. Es una cuestión de sentido común al realizar una clasificación dependiendo de los propósitos del estudio y de los datos disponibles"*.

Incluso cuando hablamos de productos, aceptando que la *"mayoría de las unidades de producción son 'empresas' que producen una variedad de productos con una variedad de calidades"* no siempre es posible esa agregación¹³⁸ de forma inmediata

¹³⁶ Sobre todo en lo que a análisis macroeconómico se refiere. Considérese que se identifican los factores de producción según la Teoría Clásica en tierra, trabajo y capital.

¹³⁷ *op.cit.* p. 5.

¹³⁸ Estos autores el problema de la agregación se divide en dos fases: la primera consiste en decidir qué constituye una categoría independiente, el segundo problema es como combinar los componentes de cada categoría separada en una sola medición. A este último lo denomina el problema de los números índices y consiste en buscar equivalencias entre productos heterogéneos en función de una unidad de medida. Utiliza

exigiendo la utilización de características medibles que expliquen la naturaleza o características de cada uno de ellos, e incluso una vez identificada la metodología y la unidad a utilizar, aparecen problemas técnicos de gestión de la información que pueden resultar insalvables, debido tanto a la falta como al exceso de información disponible, o su calidad (fiabilidad, disponibilidad espacial y temporal, etc.).

De acuerdo con esto se precisa de una tecnología que, al servicio del decisor, aminore la incertidumbre mediante capacidad de recogida y proceso de información, y que una vez realizada la acción de decidir apoye las tareas de control, acumule la información y el conocimiento y sirva para tomar nuevas decisiones. Desde esta perspectiva se ha escrito mucho en lo que a sistemas de información y tecnología de la información se refiere.

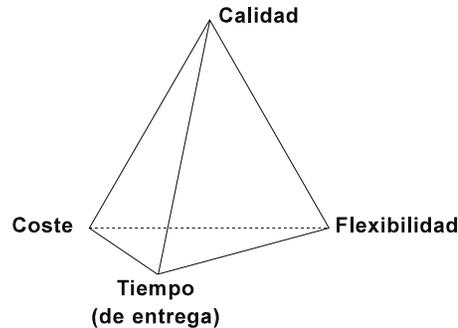
2.3 PRESUPUESTACIÓN EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS CON PRODUCCIÓN DIVERSA

La materialización de la herramienta de gestión puede ser el proceso presupuestario, con el consiguiente control presupuestario, cuya finalidad es cuantificar previsiones futuras, conocer el resultado de delegación de autoridad y responsabilidad, servir de base para el control de las realizaciones por comparación a lo presupuestado, facilitar el análisis contable y facilitar la auditoría de cuentas (Mallo, Mir, Requena y Serra, 1994, p. 248).

La dependencia de la función de producción de los objetivos estratégicos de la organización, y la necesidad de que los productos cumplan con las especificaciones de los clientes exige que además de los tres elementos constitutivos de una estrategia de éxito en el nuevo entorno competitivo, la calidad, el coste y el tiempo (de entrega), se le exija un cuarto elemento, la flexibilidad tal y como se muestra en la figura 10, con la particularidad de que difícilmente son alcanzables los cuatro simultáneamente.

como ejemplo que la producción de una granja se mide en peso del grano cosechado sumando la producción de cada tipo de grano (trigo, avena, cebada, etc.) si bien aceptan que el peso no es siempre una buena medida de la producción, y se soluciona buscando una característica común y adecuada que sea numérica.

Figura 10
Caracterización de la función productiva



Fuente: Schroeder, 1992, p. 32 en Crespo, 1997, p. 18

Por lo tanto, dependiendo de la planificación operativa que se defina debe ponderar las cuatro características y en función de la capacidad disponible sacrificar una o varias en función de las restantes.

2.3.1 Finalidad del proceso de planificar y presupuestar

Foster y Horngren (1987) consideran que los sistemas de contabilidad de costes o de gestión tienen dos propósitos principales: el cálculo del coste de producto y la planificación y el control. Las decisiones sobre los métodos de cálculo del coste del producto y el detalle de los registros de costes deben tener en cuenta lo siguiente:

- Los test de coste-beneficio para el diseño y modificación de los sistemas de contabilidad de gestión son importantes y generalizados. Los sistemas muy elaborados son caros en tiempo y dinero. Se adoptan y modifican solo si los directivos creen que las operaciones colectivas serán suficientemente mejoradas¹³⁹.

- Los sistemas para el cálculo y control de los costes del producto se harán a la medida de las operaciones subyacentes y no al contrario.

- Los sistemas para el control son comunes a todos los sistemas de cálculo de costes. Cualquier ejemplo incluye contabilidad de responsabilidades (*responsability accounting*), presupuestos y análisis de variaciones (*variance analysis*).

¹³⁹ En la valoración de los distintos planes alternativos se pueden considerar los costes de producción, los de mantenimiento de stock, los relativos a la ruptura de stocks, el coste de variación de la capacidad de producción, y el coste de la mano de obra (Larrañeta y Onieva, 1988, p. 179).

- Los sistemas de contabilidad de gestión son solo una fuente de información para los directivos. Otras fuentes incluyen la observación personal, medidas no financieras tales como los tiempos de puesta en funcionamiento y el porcentaje de productos defectuosos"¹⁴⁰.

Esta función de planificación y control se materializa en el proceso presupuestario de la empresa. Podemos definir el presupuesto como "*un plan integrado y coordinado que se expresa en términos financieros, respecto de las operaciones y recursos que forman parte de una empresa, para un período determinado, con el fin de lograr los objetivos fijados por la alta gerencia*" (AECA, 1992, p. 30).

Entre los objetivos del presupuesto en el mencionado documento se recogen los siguientes:

1. El apoyo en las tareas de planificación de las operaciones anuales,
2. la cuantificación de los objetivos de la alta gerencia, en las divisiones operativas,
3. la motivación de los responsables en relación a planes definidos en el presupuesto,
4. el control sobre la consecución de los objetivos y planes marcados,
5. la evaluación, y
6. la formación y desarrollo del personal.

La agrupación de las estrategias en las distintas áreas de la empresa constituye el presupuesto maestro, que se agrupa en dos grandes bloques:

a) Los presupuestos operativos: el presupuesto de ventas, el presupuesto de producción, el presupuesto de compras, el presupuesto de gastos de venta, el presupuesto de publicidad, el presupuesto de I+D y el presupuesto de administración. El conjunto de estos presupuesto dan como resultado la cuenta de pérdidas y ganancias previsional.

b) El presupuesto de inversiones.

La elaboración de los estados contables resultantes del proceso se completa con el presupuesto de tesorería y, finalmente, el balance de situación previsional.

¹⁴⁰ Con esta afirmación consideran que este tipo de información no pertenece al ámbito de la Contabilidad de Gestión.

2.3.2 El proceso de elaboración del presupuesto

La definición del sistema presupuestario consiste en un encadenamiento de actividades de planificación, programación y presupuestación orientadas hacia las decisiones de largo plazo (estratégicas), de medio plazo (tácticas) y de corto plazo (operativas).

La puesta en marcha del proceso presupuestario comienza con la identificación de una variable limitadora que habitualmente es la cantidad a vender a largo plazo de los productos o servicios así como el precio estimado de ventas. Ahora bien, no siempre es así, y puede considerarse como factor restrictivo a estimar la disponibilidad de materias primas, de personal especializado o la limitación de la capacidad productiva, por ejemplo.

En la siguiente etapa se definen las líneas generales de actuación para alcanzarlos o planificación a largo y medio plazo, que quedan definidas en los presupuestos de capital y otros presupuestos financieros. Estas decisiones tácticas se subdividen en decisiones operativas que se recogen en los presupuestos operativos o de explotación.

Figura 11
Decisiones, planes y presupuestos

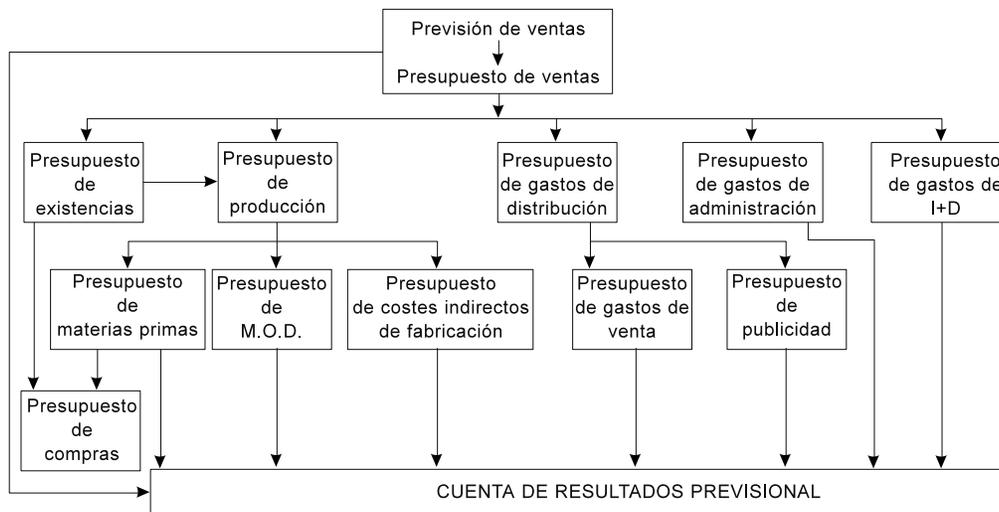


Fuente: Sáez Torrecilla *et al.*, 1994b, p. 83.

Una vez determinados los objetivos de ventas a largo plazo y estimadas las ventas a corto plazo, se consideran las existencias de productos terminados disponibles en el almacén y se procede a realizar la planificación de la producción, en concreto el Programa Maestro de Producción (PMP). En el PMP se detallan las necesidades de

capacidad de producción y si existe capacidad disponible y con la planificación de los materiales dependiendo de las disponibilidades de materiales en el almacén se establecen los sistemas de control de las actividades de producción así como los sistemas de control de las compras. La consideración financiera de ambos subsistemas, aprovisionamiento y producción, se representan en los presupuestos de producción y de compras tal y como se observa en la figura 12.

Figura 12
El sistema del presupuesto operativo



Fuente: AECA (1992).

Ahora bien, aunque el mencionado Documento utiliza como punto de partida la cifra de ventas, la dificultad de su determinación dependerá, entre otros motivos, de la cantidad de productos a vender de cada uno de los que forman la cartera de la empresa. Debido a que debe disponer de una cartera equilibrada, en el sentido de que tendrá productos que se encuentren en cada una de las cuatro fases del ciclo de vida del producto, que le garantice su supervivencia, cuanto mayor es esta cartera, más compleja se hace la tarea de estimar las cifras de ventas individuales. Otro de los motivos que merecen ser resaltados es el periodo medio de transformación (almacén de materiales, fabricación y almacén de productos terminados), cuanto menor sea y dada una cifra de ventas, mayores son las rotaciones, y por lo tanto, la posibilidad de que se produzcan desviaciones en las estimaciones. Además, aparece un problema posterior en la programación de las actividades y tareas que está íntimamente relacionado incluso con lo que podríamos denominar "recurso de espacio" o disponibilidad de espacio en la propia

empresa que permita realizar los transportes internos en el menor tiempo posible (*lay-out*) así como las tareas en un orden lógico desde la perspectiva de la eficiencia productiva. Por lo tanto, determinada la programación de las tareas, el siguiente paso, la presupuestación quedará impregnada de los problemas de la primera.

Si nos centramos en la planificación y presupuestación operativa de la producción, en concreto en la fase de planificación, cualquier sistema por complejo que sea, debe cumplir con tres etapas: determinación de los pedidos pendientes de elaborar en el futuro, posteriormente es necesario cuantificar y planificar las necesidades de materiales a partir de las listas de materiales y la capacidad, y finalmente, el establecimiento de los programas de producción y compras.

Según el mismo Documento (p. 48), "*una vez aprobado el programa de ventas, se formula el programa de producción¹⁴¹ el cual, teniendo en cuenta la política de gestión de existencias de productos, se adecúa, en la medida de lo posible, a las exigencias del mencionado programa en lo que respecta a unidades a fabricar, calidad, gama de productos y plazos de entrega*".

Ahora bien, en las situaciones en las que no sea posible equilibrar las variaciones en la demanda con los almacenes de productos terminados, aparece algunas dificultades y aumenta la incertidumbre.

2.3.3 El proceso presupuestario y la producción por pedidos, el MRP II

En aquellas situaciones en las que la empresa ofrezca una serie limitada de productos cabe la posibilidad de estimar la relación directa entre las previsiones de ventas a largo plazo y la capacidad de la estructura productiva. Además, la utilización del almacén de productos terminados como colchón ante variaciones en la demanda permite una planificación táctica plena y por lo tanto la determinación de unos presupuestos de capital y sobre todo financieros más fiables al permitir definir las previsiones para todo el ejercicio independientemente de la duración del ciclo de explotación de la empresa.

¹⁴¹En el sentido más amplio, la producción puede ser definida como cualquier actividad cuyo resultado neto es el incremento en el grado de conformidad entre cantidad, calidad y distribución (espacial y temporal) de las mercancías, de acuerdo con un modelo determinado (Healthfield y Wibe, 1987).

En aquellos casos en que la empresa trabaje bajo pedido¹⁴², con gran variedad de productos y que presentan diferencias considerables entre los mismos, caben dos apreciaciones:

a) En general, las decisiones estratégicas y tácticas (especialmente la estimación de las ventas y las decisiones sobre la capacidad productiva) tienen una dificultad mayor puesto que la capacidad productiva pasa a ser un valor relativo lo que exige que el sistema de información contable sea más depurado.

b) Posiblemente, la definición de un periodo de planificación táctica superior al ciclo de explotación más el periodo cubierto por los pedidos pendientes tiene también una validez relativa, y sin embargo gran parte de la eficiencia (productividad) de la empresa depende del desarrollo de los métodos de planificación y programación.

c) La imposibilidad de compensar las variaciones del mercado a corto plazo exige ajustes a muy corto plazo (incluso de días¹⁴³) en los márgenes de la capacidad productiva.

Por lo tanto, estas dificultades en el proceso presupuestario a medio plazo exige la utilización de modelos de gestión de la producción, como el *Manufacturing Requirements Planning* (MRP II).

Desde la perspectiva de los sistemas avanzados de planificación de la producción, el MRP II¹⁴⁴ recoge el ciclo completo de presupuestación relativo a la producción (véase la figura 13) y según los profesores Domínguez Machuca y García González, "*es una ampliación del MRP¹⁴⁵ de bucle cerrado que, de forma integrada y mediante un proceso*

¹⁴² El método *PERT*, como método de programación de actividades permite definir, integrar y analizar las actividades que se deben llevar a cabo para completar económicamente y a tiempo un proyecto. Existe una versión de esta técnica denominada *PERT/Coste* que recoge la evaluación económica del proyecto (Fernández Sánchez y Vázquez Ordás, 1994, p. 236).

¹⁴³ En este sentido se observa la incidencia de la contratación flexible de personal mediante las empresas de trabajo temporal.

¹⁴⁴ Para una presentación de la planificación agregada de la producción véase Fernández Sánchez y Vázquez Ordás (1994).

¹⁴⁵ En el núcleo del MRP II permanece el esquema del MRP (*Materials Requirements Planning*), definido como "*un sistema de planificación de los componentes de fabricación, consistente en un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, diseñados para traducir un programa de producción en necesidades reales de los componentes con fechas y cantidades*". Para disponer una descripción y el

informatizado on-line con una base de datos única para toda la empresa, participa en la planificación estratégica, programa la producción, planifica los pedidos de los diferentes ítems componentes, programa las prioridades y las actividades a desarrollar por los diferentes talleres, planifica y controla la capacidad disponible y necesaria, gestiona los inventarios y, partiendo de los outputs obtenidos, realiza cálculos de costes y desarrolla estados financieros en unidades monetarias, todo ello con la posibilidad de corregir periódicamente las divergencias entre lo planificado y la realidad, pudiendo además simular diferentes situaciones mediante la alteración de los valores de las variables que incluye, y expresando las variaciones que se darían en los resultados" (Dominguez Machuca y García González, 1991, p. 36).

La utilización de este método de gestión de la producción en sentido amplio se pueden resumir de la siguiente manera (García González, 1991, p. 22):

- Facilita la unicidad de criterios al obligar a los altos cargos a trabajar en equipo y obliga a disponer de unos procedimientos claros y detallados,

- el software MRP II cuenta con sistemas muy avanzados de detección de errores en la introducción de datos con la finalidad de detectar divergencias y errores, emplea una base de datos única, y permite disponer inmediatamente de toda la información que se vaya introduciendo en las diferentes áreas de la empresa,

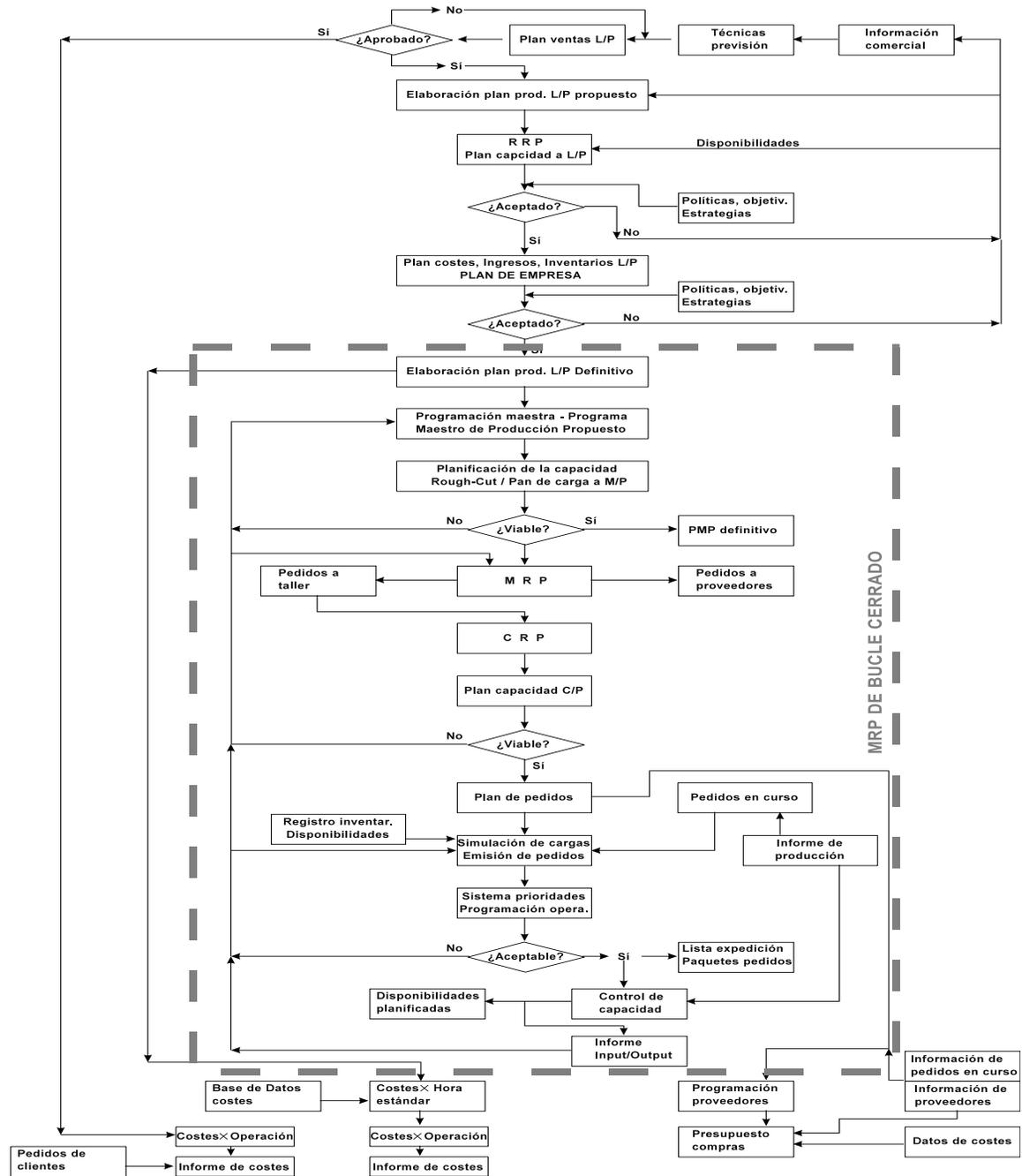
- al intentar disponer de los stocks necesarios justo a tiempo, se eliminan en gran medida los stocks de seguridad y aumenta la rotación de inventarios, y al eliminar las urgencias mejora los costes de transporte,

- al mejorar la distribución de las cargas de trabajo, reducción de las interrupciones, mejora la coordinación entre aprovisionamiento y fabricación, y mejorar la producción, se aumenta la productividad, y se puede proporcionar al cliente una fecha prácticamente exacta de entrega de su pedido,

- otras ventajas como: reducción de la obsolescencia y aumento de la productividad del Departamento Técnico, incremento del beneficio, mejora de la posición competitiva de la empresa, mejora el grado de satisfacción de los clientes, el control de los inventarios y la estimación de los costes, y una mayor calidad y exactitud de la presupuestación.

diagrama representativo véase el mismo trabajo, p. 15. Por otro lado, asumimos el criterio de los autores en cuanto a la diferenciación entre MRP y MRP de Bucle Cerrado.

Figura 13
Diagrama representativo del sistema básico MRP II



Fuente: Domínguez Machuca y García González, 1991, pp. 17-18

Entre los inconvenientes el mencionado autor menciona:

- El elevado coste de los medios técnicos, software y personal,
- las dificultades en la implementación,
- los defectos técnicos: no tiene en cuenta la disponibilidad de las herramientas, al establecer lotes óptimos que en la realidad a veces no es posible alcanzar, obliga a calcular el tiempo de preparación unitario, no tiene en cuenta la interdependencia de los tiempos de preparación de las diferentes operaciones en el mismo centro de trabajo, problemas en el tratamiento de rutas, tiempos de suministro constantes, dependencia de la fiabilidad de las previsiones de demanda y la problemática de los tiempos de suministro de los proveedores ya que no siempre es posible que se ajusten a los tiempos.

La diferencia del MRP II con el MRP de bucle cerrado el MRP añade las funciones de planificación estratégica y financiera, junto con el cálculo de costes y el desarrollo de los estados financieros; en definitiva, es capaz de convertir las unidades físicas del proceso productivo en unidades monetarias y en relación a la programación de todas las actividades.

2.3.4 Solución del problema de planificar y presupuestar

En la línea del MRP II, y dentro de nuestras posibilidades, nuestra propuesta es el diseño de un sistema de información para la gestión que contenga la información y los procedimientos para la toma de decisiones en sentido amplio, es decir, en lo que a dirección estratégica y al proceso presupuestario se refiere, en este último caso debe permitir el control, que desde la perspectiva de la Contabilidad de Gestión se realiza para (AECA, 1990b, p. 16):

- a) Conocer cuál es el resultado y cómo lo obtiene cada uno de los centros y permitir, por consiguiente, la toma de aquellas decisiones que permitan mejorarlo, y
- b) facilitar el proceso de control a través de la elaboración y confección del presupuesto (proceso de planificación) y del cálculo y análisis de las desviaciones (proceso de evaluación).

Para ilustrar nuestra investigación, nos apoyaremos en el presupuesto de producción (AECA, 1992). Definidas las etapas del proceso presupuestario en

planificación, programación, presupuestación y control, la planificación se realiza de acuerdo con Ackoff (1972) en cinco partes¹⁴⁶:

1) Fines: especificar metas y objetivos. Las metas son objetivos que se desean alcanzar en un tiempo específico dentro del período que abarca el plan y los objetivos pueden ser inalcanzables dentro del período de planeación, pero deberán hacerse asequibles dentro del mismo; las metas deberán ser alcanzables dentro del período de planeación.

2) Medios. Los medios por los que se persiguen los objetivos y las metas varían en general, desde los más específicos (un curso de acción), las prácticas, los procedimientos, hasta los más generales (las políticas).

3) Recursos. Determinar tipos y cantidades de los recursos que se necesitan; definir cómo se habrá de adquirir o generar y cómo habrán de asignarse a las actividades.

4) Realización. Diseñar los procedimientos para tomar decisiones, así como la forma de organizarlos para que el plan pueda realizarse.

5) Control. Diseñar un procedimiento para prever o detectar los errores a los fallos del plan, así como para prevenirlos o corregirlos sobre una base de continuidad.

En condiciones extremas de heterogeneidad productiva, la elaboración de presupuestos puede llegar a ser tarea inútil en lo que a presupuesto de producción se refiere, no en lo relativo al presupuesto de inversiones, si bien éste dependerá de los criterios del decisor (Hope y Fraser, 1998¹⁴⁷). El hecho de trabajar por lotes o pedidos, o incluso mediante la prestación de servicios, implica modificaciones continuas en la estructura temporal del ciclo de funcionamiento del negocio haciendo necesarios constantes controles y posteriores modificaciones lo que hace precisa una supervisión permanente de los procesos, una elaboración de información igualmente constante y una potencial pérdida de flexibilidad que acompañada de una evaluación del tipo coste-beneficio de la información¹⁴⁸ no permite la adopción de un sistema de control presupuestario, llevando a medidas de sustitución de tipo técnico como son el control agrupado de tiempos de actividad e inactividad, por ejemplo, que son más fácil de obtener sin considerar cuestiones de valoración¹⁴⁹.

¹⁴⁶ Recogido en Mallo, Mir, Requena y Serra (1994, p. 232).

¹⁴⁷ Frase y Hoper exponen que el modelo que sirvió para la era industrial (la segunda ola), es un impedimento para la era de la información (la tercera ola), y por lo tanto al sustituir la estructura jerárquica -M form- por una estructura en red -N form- no tiene sentido mantener el sistema presupuestario tal y como está estructurado en la actualidad.

¹⁴⁸ Encuadrado en el paradigma de la economía de la información.

¹⁴⁹ Foster, G. y Horngren, C.T., 1988b.

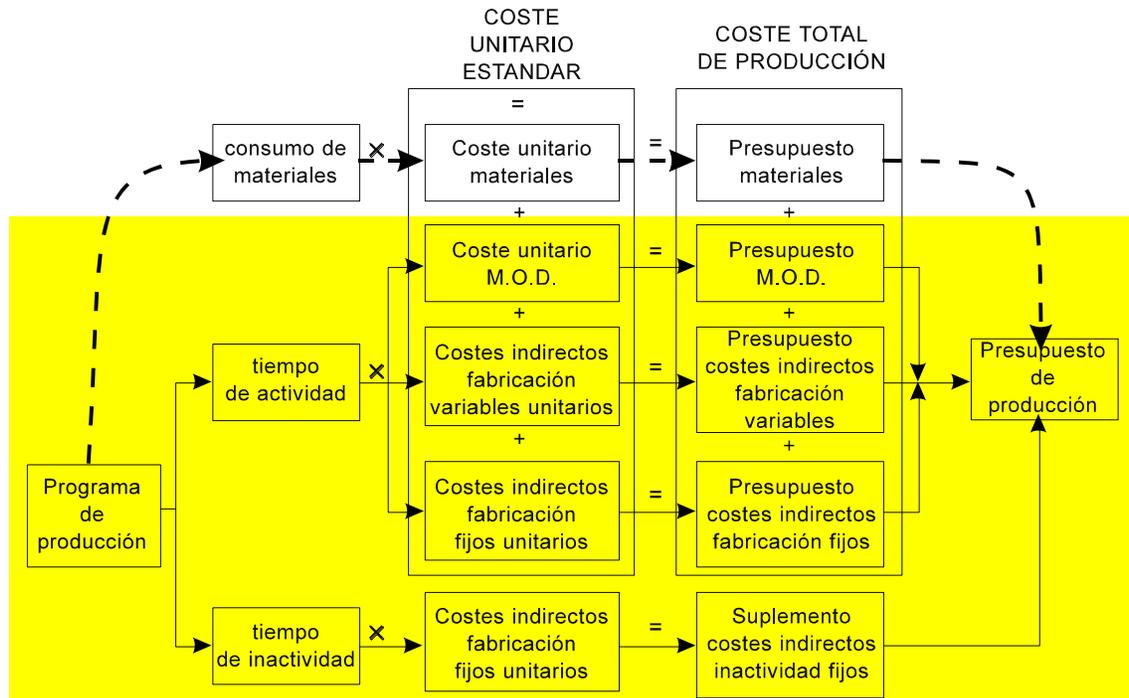
En estas circunstancias, posiblemente el papel del proceso presupuestario en sí quede en entredicho, y esta pérdida de importancia se compensa con el sistema de control. Es el sistema de control de producción el que recupera el papel de mitigador de la incertidumbre del decisor. Ahora bien, la existencia de un control necesariamente debe llevar consigo una planificación, o programación y quizás hacer posible la presupuestación (estimación de unos costes), pero en unos ciclos temporales muy inferiores a los que cabría de esperar en el proceso de presupuestación habitual, con un ciclo generalmente anual.

Una dificultad añadida en el caso de la producción heterogénea es la existencia de la "utilización descompensada de los recursos entre los productos", en el sentido de que incluso si se trabaja en una determinada unidad de obra de producto final, dos productos distintos pueden consumir cantidades de recursos diferentes, lo que lleva a la existencia de costes distintos. La solución a este problema es la homogeneización de la unidad de medida del consumo de recursos utilizando el tiempo como base de reparto¹⁵⁰. Determinado el tiempo de utilización de los recursos, es decir, el programa de producción se lleva a cabo la imputación de los costes indirectos aplicando una metodología de costes estándares. De esta manera reformulamos el proceso presupuestario pero con un nivel de detalle menor, es decir, se aplican a un nivel de máquina u operario en vez de línea de producción o sección.

Ahora bien, el hecho de basar el reparto en función del tiempo exige la consideración de los tiempos de inactividad que darán lugar a unos costes de subactividad, tal y como se muestra en la figura 14.

¹⁵⁰ Según se comentó al hablar de los problemas de agregación de productos.

Figura 14
Presupuesto de producción en la consideración del tiempo para el cálculo del coste de producción



Fuente: AECA (1992) ampliado en lo relativo al tiempo de inactividad.

El hecho de considerar la parte de los recursos no utilizados, en concreto las actividades que no se realizan, sitúa la investigación en el ámbito de la presupuestación flexible en un enfoque de los costes basados en las actividades (Kaplan, 1994) si bien en nuestra investigación se propone un mayor nivel de detalle al utilizar el tiempo de las actividades con prioridad al número de actividades.

2.3.5 Los costes estándares y la calidad

El sistema de costes estándar puede ser definido como "una técnica, fundamentalmente de la Contabilidad de Costes, que compara el coste considerado normal de cada producto, servicio o elemento con su coste real, con la finalidad de determinar la eficiencia de la gestión, de tal modo que pueda ponerse, inmediatamente, alguna acción correctiva" (Sáez Torrecilla et al., 1994b, p. 133).

Tal y como se mostraba en la figura 1, el modelo matemático de costes (el modelo de relaciones técnicas y económicas) es el núcleo del presupuesto de producción tal y como lo establece AECA (1992, p. 51). Si bien en este documento se definen los modelos de costes estándares como nexo de unión entre el programa y el presupuesto de producción, ampliamos la perspectiva en la consideración del tiempo de actividad y tiempo de inactividad, y en este último caso especificando su efecto sobre el presupuesto en lo que a costes de inactividad se refiere¹⁵¹.

Desde una perspectiva general cabe la posibilidad de estimar los costes para ser utilizado en el modelo de varias maneras. (Horngren *et al.*, 1996, p. 344) propone cuatro:

1) El método de ingeniería industrial o método de medición del trabajo, que analiza las relaciones entre factores y producción en términos físicos. Tiene un inconveniente, ya que emplea mucho tiempo y algunas empresas lo encuentran demasiado costoso y en ocasiones las relaciones físicas entre insumos y producción pueden ser difíciles de especificar para partidas individuales de costes de gastos generales.

2) El método de conferencia, que desarrolla estimaciones de costes sobre la base de análisis y opiniones obtenidas en diversos departamentos de una organización. Puede establecerse como responsabilidad de un departamento la estimación de costes de un producto a partir del consenso de los representantes de todas las áreas de la cadena de valor (investigación, desarrollo, producción, marketing, distribución y servicio posventa).

3) El método de análisis de cuentas, que clasifica los costes en el libro mayor como variables, fijos o mixtos. Ampliamente difundido por su sencillez provee una primera estimación permitiendo el análisis del umbral de rentabilidad o punto muerto.

4) El método cuantitativo de relación de costes actuales o pasados, que explica el comportamiento de los costes mediante la formulación de funciones de costes. La utilización de datos de corte transversal nos llevaría a análisis de costes de tipo sectorial, más utilizados desde la perspectiva microeconómica para estudios sectoriales (Johnston, 1960).

¹⁵¹ Es un enfoque en la línea de un modelo de costes completos estándares de acuerdo con el modelo francés.

Autores como Mallo y Merlo (1995, p. 195), Sáez Torrecilla *et al.* (1994b, p. 135), hace referencia a la obtención de los ingresos y costes según alguna de las siguientes opciones :

- A partir de los datos de la empresa en ejercicios anteriores, con o sin corregir,
- a partir de estudios técnicos apropiados hechos sobre el objetivo al que se refiere tal coste.

En el último caso hablamos de establecer la mejor actuación posible -estándar teórico ideal-, o en el primero de una actuación eficiente de la explotación -estándar normal-. Además Blanco Dopico (1994, p. 348) y Mallo, Mir, Requena y Serra (1994, p. 322) amplían la clasificación con un tercer grupo el estándar práctico o normal basado en condiciones eficientes de producción en un futuro inmediato.

En definitiva, si la eficacia de un sistema de costes previsionales depende de la posibilidad del establecimiento de unos estándares que constituyan un objetivo justo y razonable para los directores de departamentos operativos, y que ha de ser posible para el responsable controlar las magnitudes que determinan el rendimiento o aislar el impacto que producen sobre los costes las fluctuaciones de las magnitudes no controlables, pensamos que la utilización del tiempo como medida de estándares técnicos puede tener un resultado eficaz.

En la definición de los estándares técnicos se prioriza la utilización de variables que recojan flujos de factores consumidos con la particularidad de que en muchas ocasiones estos están definidos por las especificaciones del nivel de calidad exigido.

El inconveniente de este planteamiento es la cantidad de información necesaria, lo que supone reforzar el sistema de recogida de los datos necesarios para poder discriminar entre tiempo de actividad y de inactividad, y en el primero, el reparto entre los procesos y los productos. La ventaja es que el posterior proceso de control aparece por añadidura, sin necesidad de disponer de un sistema en exclusividad.

2.3.6 Importancia de los métodos de recogida de información

Tradicionalmente, por lo que se refiere a los sistemas de recogida de información, se ha diferenciado la gestión de proyectos y la fabricación bajo pedido o producción común de la fabricación en serie, continua o en línea.

En el caso de la producción en serie el número de mediciones es pequeña puesto que se supone que todo el sistema se encuentra estable al utilizar el almacén como medida de eliminación de las alteraciones en la demanda.

En el caso de producción heterogénea o por pedidos, se establece la utilización de partes o boletas de trabajo como instrumento de recogida de la información necesaria para la elaboración de los cálculos de reparto de costes. Básicamente nos referimos a los sistemas de absorción de costes, los procedimientos de acumulación de costes o la utilización de costes reales, normales o estándares. Ahora bien, consideramos el principio de proporcionalidad (Schneider, 1968, p. 76) en sus dos etapas: la primera supone la fijación de la cantidad necesaria de medios de producción para la obtención de la pieza (determinación del armazón de cantidades), que en el presente trabajo se identifica con la función de producción o aspecto técnico, y la segunda etapa es la correspondiente a la valoración de los componentes de esas cantidades (en nuestra investigación corresponde con la función de costes).

Pero ya sea para la realización del estándar como para el control del proceso el inconveniente es, tal y como ha quedado manifestado la demanda de información para que el sistema permanezca actualizado.

Esta necesidad de medir¹⁵² puede cubrirse de dos maneras, mediante una técnica de medición manual o mediante la utilización de medios electrónicos, ya sean incorporados o pertenecientes al sistema que se quiere medir.

¹⁵² Obviamente desechamos la estimación subjetiva y de acuerdo con Peach (1999, p. 264) los atributos de un buen sistema de medición son:

- Mide el desempeño del proceso, no del empleado,
- mide la efectividad del proceso, aquello que tiene un efecto sobre los clientes internos y externos, por lo general se relaciona con la oportunidad, exactitud, destreza y servicio,
- mide la eficiencia del proceso, qué tan bien trabajan las operaciones internas, por ejemplo, mediciones de los recursos necesarios por unidad producidas e índices de errores internos o niveles de retrabajo,
- se relaciona con los objetivos de la compañía.

2.3.6.1 El principio de fiabilidad de la información y el coste del proceso de medir. El gap de medición

La aplicación de la gestión basada en el tiempo exige la aplicación estricta del principio de fiabilidad de la información: *salvo que sea imposible su sustitución, no se aceptará ningún dato que no haya sido comprobado, tanto en lo que a su método de medición se refiere como a los instrumentos y las circunstancias en las que se realizó la medición.*

La información como materia prima para el conocimiento o aprendizaje, de acuerdo con su origen es de dos tipos:

- Espontánea: se recibe por los sentidos sin realizar un acto voluntario por parte del individuo, entre estos encontramos la identificación de colores, olores, tactos, volúmenes, temperaturas, etc. sin especificación de valores concretos.

- deliberada: existe un acto expreso del individuo o sistema con la finalidad de registrar para comparar. Este tipo de información se clasifica a su vez en dos categorías:

a) Deliberada directa: cuando el individuo realiza directamente las mediciones y las registra utilizando sistemas métricos adecuados a la realidad que se quiere medir.

b) Deliberada tecnológica: debido a que los acontecimientos a medir se escapan al rango en el que trabajan los sentidos del ser humano, que la utilización de sistemas inmediatos de medición no garantizan su calidad, o bien porque ocurren en un espacio o tiempo no accesibles al individuo o al sistema, por lo que este no interviene ni en la actividad de medir ni en su registro.

Es importante destacar que debido a que las mediciones para el sistema de control deben ser repetitivas, en el caso de utilizar la metodología directa, en condiciones normales existirá un error motivado por la naturaleza humana o incluso por la imposibilidad material de repetir las mediciones con la frecuencia necesaria, que en las mismas condiciones no existe si se utiliza la vertiente tecnológica, y que lo denominaremos *gap de medición directo-tecnológico*.

A estas limitaciones se le añade la dificultad de procesar la información ya sea por motivos cuantitativos o cualitativos lo que conlleva que se asuman decisiones bajo condiciones de incertidumbre tal y como se comentó en el primer capítulo.

La mejor solución que garantice la fiabilidad de los datos es que el sistema, la máquina, disponga de sistemas de medición¹⁵³. La segunda opción es que se realicen las mediciones manualmente, si es posible por las características físicas y químicas del proceso. El hecho de tratarse de una metodología que hemos denominado "investigación aplicada" exige que el investigador realice directamente las mediciones o realice el muestreo de comprobación de los sistemas, para lo cual se tendrá en cuenta para cada medición (Peach, 1999, p. 265):

- 1) El propósito: la razón de hacer la medición y cómo se utilizarán los resultados,
- 2) el método de acopio: qué debe medirse, con qué frecuencia debe medirse, quién hace las mediciones, cómo se hace la medición, qué factores variables deben registrarse,
- 3) el método de análisis: quién analiza, cuando se hace el análisis y como se presenta el resultado.

Consideramos que la relación coste-conocimiento¹⁵⁴ de la información se podría representar de acuerdo con la figura 15.

En esta figura se representa la relación coste y el conocimiento del hecho medido sobre el que se tendrá que tomar una decisión¹⁵⁵, considerando el conocimiento como output de la función de producción de información, dependiente de la cantidad y calidad o fiabilidad de los datos, es decir, de su relevancia, objetividad, comparabilidad, materiabilidad, oportunidad, alcance, economicidad y verificabilidad (Blanco Dopico, 1994, p. 22).

Existen un máximo de conocimiento, que es el conocimiento absoluto y que es innecesario y antieconómico y existe un conocimiento óptimo desde la perspectiva del coste de alcanzarlo¹⁵⁶, un conocimiento óptimo o suficiente que es aquel que elimina completamente la incertidumbre del decisor, es decir, que permite tomar la decisión con tranquilidad, y un desconocimiento absoluto es cuando no hay información alguna, e incluso cabe la posibilidad de estar incluyendo información incorrecta, que lleva a una

¹⁵³ Aunque también serán contrastados mediante muestreo.

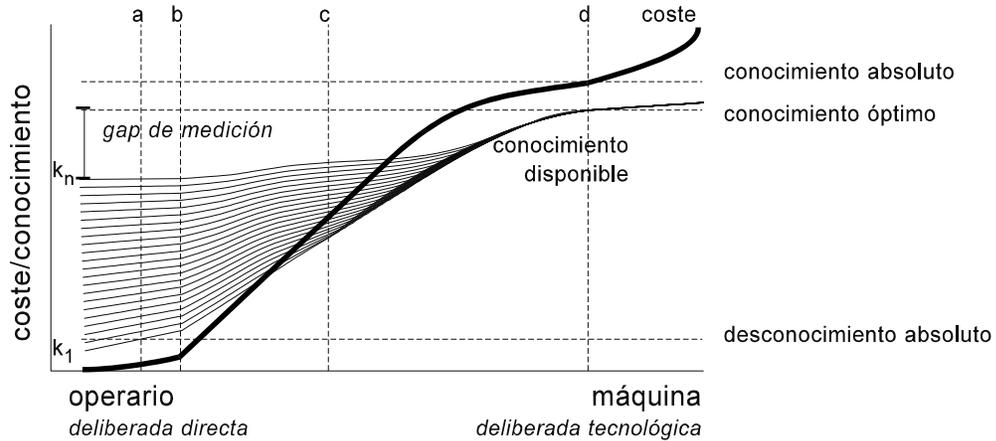
¹⁵⁴ Considerando que el conocimiento es medible mediante una escala.

¹⁵⁵ Suponiendo también que existe una relación directa entre el conocimiento y la decisión final, es decir, que desde una perspectiva racional se utiliza la información.

¹⁵⁶ Al estar medidos en términos absolutos, no existe relación entre las escalas en el eje de ordenadas de ambas.

situación considerada más perjudicial que la anterior puesto que aumenta considerablemente las probabilidades de incidir directamente en el error.

Figura 15
Relación coste/fiabilidad según el mecanismo de medición



Fuente: elaboración propia

El comportamiento de la curva de conocimiento, en circunstancias estables, es único en el caso de utilizar tecnología de medición, convirtiéndose en un área según nos acercamos al origen, puesto que, incluso en las mismas circunstancias que el sensor, dependiendo de la motivación y predisposición del operario que realiza las mediciones se obtienen calidades diferentes, recogiendo en el mejor de los casos, k_n , el *gap de medición* debido, entre otros motivos, a la frecuencia de realización de las mediciones que es mayor con la máquina. Asimismo, en cuanto al comportamiento de la curva de costes, tiene valor nulo si es el operario el que hace la operación dentro de sus obligaciones normales, aumentando hasta el punto b si se le dota de sistemas específicos de medición. A partir de ese punto aumenta el coste según se mejora la tecnología de medición o incluso si se amplía la disponibilidad de personal, mejorando la productividad de los datos, hasta que hay una sustitución definitiva hacia sistemas automáticos de medición y registro, que sería el punto d . En adelante, aumentar la dotación de instrumentos de medición y procesamiento no produce incrementos justificables en lo que a su coste se refiere puesto que la productividad marginal descende considerablemente.

2.3.6.2 Sistemas electrónicos de medición

Tal y como explica Soler (1991, p. 381) todo proceso industrial, para ser controlado y regulado, requiere, por una parte, conocer lo que está ocurriendo, por otra, actuar sobre los acontecimientos ajustando sus valores representativos a los parámetros deseados. Los elementos que participan en el proceso son:

- Señales analógicas o continuas (fuerza, velocidad, temperatura, flujo) y digitales o discretas en sus dos posibilidades:
 - a) Binarios discretos (presencia o ausencia de algo, marcha o parada de un motor).
 - b) Pulsos (pulsos de mando a un motor paso a paso, medidores de flujo de turbinas) o datos discretos (contador de piezas).
- Medios:
 - a) Sensores para procesar la entrada y salida de datos del sistema (de interfaz analógica a digital, interfaz de contacto -input-, contador de pulsos, interfaz digital a analógica, interfaz de contacto -output-, generador de pulsos.
 - b) Controladores lógicos programables (*PLC's*) son los medios de regulación actuales, están a medio camino entre los sensores y los ordenadores.
 - c) Ordenadores para el control de las unidades o áreas de taller:
 - c1) Microordenadores: forman parte del sistema controlado, la programación es fija y operan generalmente en tiempo real;
 - c2) miniordenadores de gama baja (*PC*): controlan las comunicaciones, realizan tareas aritméticas, almacenan y distribuyen programas, responden a interrupciones;
 - c3) miniordenadores de gama alta (por ejemplo, *IBM 6000*): cumplen misiones de gestión, almacenan programas y órdenes de fabricación; y
 - c4) ordenadores (por ejemplo, *IBM AS400*): gestión y control *CIM* en fabricación discreta y en producción continua actúan como controladores de los procesos.
- Técnicas de control: control analógico y digital.
- Técnicas de supervisión: busca que el ordenador optimice un proceso mediante control jerárquico.

El siguiente paso es el tratamiento de la información para comprender las variaciones en los procesos de producción.

2.4 EL CONTROL DE GESTIÓN. EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP) Y LA GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TQM)

De acuerdo con la definición de Mallo y Merlo (1995, p. 19), el sistema de control de gestión activo o proactivo es aquel que colabora al buen funcionamiento de la gestión empresarial, estructurándose en etapas esenciales: establecimiento de objetivos jerarquizados de corto y largo plazo, establecimiento de planes, programas y presupuestos, establecimiento de la estructura organizativa, medición, registro y control de los resultados, cálculo de desviaciones, explicación de los orígenes y causas de las desviaciones, y toma de decisiones correctoras.

Para Jaikumar (1990) el control de procesos ha seguido una secuencia que se puede dividir en seis etapas:

- 1) La invención de la máquina y el sistema inglés de fabricación (1800);
- 2) las herramientas para propósitos específicos y la sustituibilidad de los componentes en el sistema de fabricación americano (1850);
- 3) la dirección científica y el trabajo en ingeniería del sistema taylorista (1900);
- 4) el control estadístico de procesos y el mundo dinámico;
- 5) la era del procesamiento de información y el control numérico (NC);
- 6) los sistemas inteligentes y la fabricación integrada por ordenador (CIM).

El control estadístico de procesos y su desarrollo hasta una filosofía de gestión, la Gestión de la Calidad Total, se apoya en la aplicación de estas etapas esenciales, desarrollando metodologías específicas para las tareas de medición, registro, control de resultados, el cálculo de las desviaciones y la explicación de las causas (Chenhall, 1997).

2.4.1 El Control de gestión

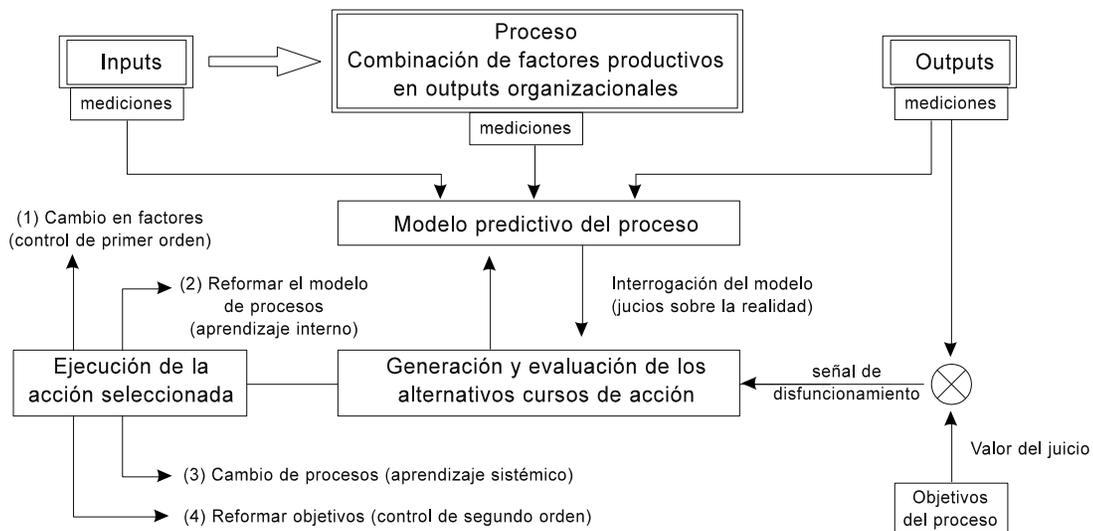
Hablamos de control de gestión cuando nos referimos al realizado por los directivos de una empresa. Desde la perspectiva de la cibernética, para poder afirmar que

existe un proceso de control es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:
Tocher (1970, 1976)¹⁵⁷

1. La existencia de un objetivo que se desea alcanzar;
2. una forma de medir la producción obtenida en el proceso en términos de este objetivo;
3. la capacidad de predecir el efecto de acciones potenciales de control;
4. la capacidad de llevar a cabo acciones que reduzcan las desviaciones del objetivo.

Estas condiciones quedan representadas en la figura 16 definiendo el sistema de control de gestión (Lowe, 1971) como un sistema de información organizacional a la búsqueda y acumulación, responsabilidad y realimentación, diseñado para asegurar que la empresa se adapta a los cambios en su entorno sustantivo y que el cumplimiento en el trabajo de sus empleados es medido en relación con un conjunto de subobjetivos operativos (que forman los objetivos globales) por lo que la discrepancia entre los dos pueden ser conciliados y corregidos para lograrlo¹⁵⁸.

Figura 16
El control de gestión



Fuente: Otley y Berry (1980).

¹⁵⁷En Berry, Broadbent y Otley (1995, p. 10).

¹⁵⁸ *Op. cit.*, p. 10.

Desde el enfoque de la Teoría General de Sistemas, se intenta explicar el comportamiento por medio de la interrelación de las partes antes que por la naturaleza de las partes en sí mismas, por lo que estamos ante un enfoque de naturaleza holística. La presentación de los sistemas de acuerdo con una jerarquía basada en su complejidad puede tener la siguiente presentación (Boulding, 1956):

1. Estructuras estáticas,
2. sistemas dinámicos con movimientos predeterminados,
3. controles de vuelta completa o sistemas cibernéticos,
4. sistemas homeostáticos, tales como las células biológicas,
5. las plantas,
6. los animales,
7. el hombre,
8. las organizaciones, y
9. los sistemas transcendentales.

Desde esta perspectiva, la contabilidad es un intento de hacer frente al control de un sistema de actividad humana complejo e interconectado mediante un enfoque sistemático (Anthony, 1965) y de hecho, la definición de Weick (1979) de contabilidad como *el intento de arrancar coherencia y sentido de más realidad de la que nos enfrentamos habitualmente* explica nuestro objetivo general en el marco de la presente investigación. La dificultad reside en la distinción de los enfoques de sistemas "duros" y "blandos"¹⁵⁹. Considerando los primeros como aquellos sistemas físicos con objetivos y procesos de decisión relativamente claros, y lo que es más importante aún, con medidas de ejecución cuantitativas. Los sistemas blandos se refieren a aquellos formados por seres humanos, donde los objetivos son vagos y ambiguos, además, los procesos de decisión están mal definidos y son posiblemente irracionales, y donde, en el mejor de los casos, solo existen medidas de ejecución cualitativas.

Desde la perspectiva de la literatura organizacional encontramos una triple clasificación de los sistemas de control (Anthony *et al.*, 1989)¹⁶⁰:

- a) Planificación y control estratégico,
- b) control de operaciones, y
- c) control de gestión.

¹⁵⁹ En Berry, Broadbent y Otley (1995, p. 13).

¹⁶⁰ *Op. cit.*, p. 17.

Según estos autores, mientras que la planificación y el control estratégico presentan una orientación hacia el largo plazo, el control de gestión es el proceso más rutinario, *"asegurando que las tareas en la organización se llevan a cabo de manera efectiva y eficiente"*. El control de gestión es el puente de unión entre los dos anteriores, y se considera como *"el proceso que asegura que la estrategia de la organización se refleja en las tareas que se llevan a cabo"*. Por otro lado definen el control de gestión como *primeramente un proceso de motivación e inspiración del personal para realizar las actividades orientadas hacia el objetivo de la organización. Es también un proceso de detección y corrección de los errores de ejecución e irregularidades no intencionadas, así como el robo o mala utilización de recursos"*.

Para Berry, Broadbent y Otley (1995, p. 18) este proceso al que hacen referencia Anthony et al. *"es el que incluye responsabilidades y autoridad organizacional. Es una herramienta para los gerentes que se argumenta que tiene consideraciones psicológicas, requiriendo la habilidad de comunicar e inspirar a otros empleados. Es desarrollada para garantizar que el proceso se orienta hacia los objetivos, que el funcionamiento eficiente y efectivo también cumple con las finalidades de la organización"*.

Todos estos autores reconocen que el Control de Gestión se construye alrededor del sistema de control financiero y, por lo tanto, el sistema de control presupuestario es considerado como el centro del mismo: *"La inclusión de los sistemas financieros es suficientemente importante para los autores para iluminar la distinción entre control de gestión, de tareas y financiero. [...] Mientras que el control de gestión es del dominio de los gerentes y tiene su origen en la disciplina de la psicología, los contables se encargan del control contable utilizando la disciplina de la economía, mientras que las tareas de control de los supervisores utilizan la ingeniería como disciplina fuente de sus conocimientos"*.¹⁶¹ Y finalizan el párrafo asegurando que: *"Dada la mayor visión de la Contabilidad, que incluye a la Contabilidad de Gestión y en concreto a la presupuestación, es difícil ver una distinción entre contabilidad y control de gestión"*.

¹⁶¹Nuestra investigación confirma esta multidisciplinariedad y mantiene una estructura similar si bien con dos diferencias: 1) aunque lo consideremos importante y así queda manifestado en la hipótesis H3 no recogemos el aspecto psicológico de la dirección como parte principal de la misma, y 2) la disciplina de los contables la hemos diferenciado en dos subdisciplinas, la del contable de gestión y la del economista de las Teorías Microeconómicas de Producción y de Costes.

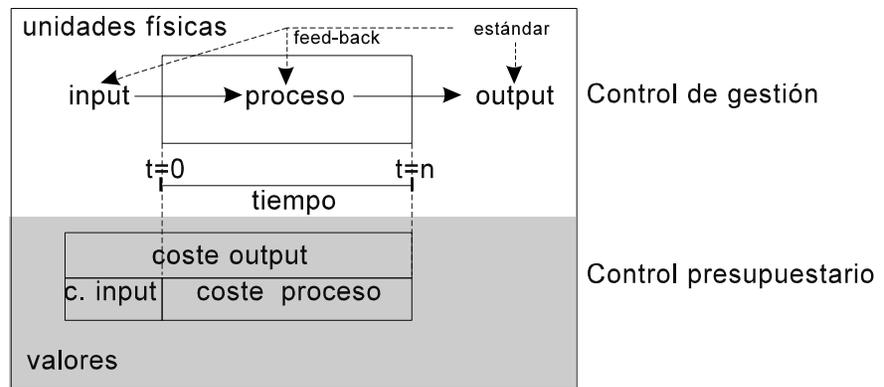
Los anteriores autores, hacen referencia a los problemas para la recopilación y organización de los datos para el control basado en sistemas contables, y diferencian entre decisiones de corto y largo plazo¹⁶². Por lo que se refiere a las decisiones de corto plazo aseguran que: *"un asunto importante para los directivos es el efecto de los cambios en la actividad a corto plazo sobre los resultados. Se han desarrollado técnicas para proveer un análisis del efecto sobre los costes de los niveles de actividad en el corto plazo. Estas técnicas así mismo permiten el examen de los resultados de operar a distintos niveles de actividad [...]. Este enfoque está basado en el hecho de que algunos costes pueden, en el corto plazo, ser vistos variar en proporción al volumen de producción (costes variables) mientras que otros costes (fijos o del periodo) no cambian con las variaciones en el volumen. Sin embargo, la clasificación de los costes en fijos y variables depende del horizonte temporal de la decisión considerada. En un plazo muy corto de tiempo la mayor parte de los costes son fijos; en el largo plazo, todos los costes se convierten en variables"*.

Estos cambios en el nivel de actividad a los que se hace referencia se traducen en el mayor o menor consumo de recursos, el problema es la consideración de la capacidad como recurso, que hasta un determinado nivel conlleva un consumo fijo, sea o no utilizada.

Por otro lado, esa capacidad máxima para producir se traduce en una velocidad máxima de producción o lo que es lo mismo, la relación entre unidades producidas y tiempo empleado, o unidades fabricadas por unidad de tiempo. Los objetivos de la empresa y de los gerentes, pueden ser considerados desde esta perspectiva y asimismo traducidos en unidades vendidas y por lo tanto las necesidades de unidades de producto fabricadas por unidad de tiempo. El control de gestión tiene como objetivo que si se alcanza o no dicha velocidad de proceso, sea explicada y en caso de aparecer y detectar los fallos, sea corregido. Las implicación del control de gestión van más allá de las consideraciones técnicas, implicándose en las cuestiones de valoración al considerar como input informativo el relativo a los costes fijos y variables del sistema (véase la figura 17).

¹⁶² *Op. cit.*, p. 79.

Figura 17
Control de gestión y control presupuestario



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, desde el enfoque interno de la empresa, la piedra angular del sistema de información es el conocimiento de los acontecimientos que ocurren en el proceso a partir de las actividades de diseño, planificación programación y elaboración de los productos y servicios. Este conocimiento se obtiene mediante la utilización de técnicas de medición y sistemas de control, tales como el control estadístico de procesos, cuya estructura de trabajo utilizaremos para aplicar nuestro modelo.

Y es que, considerando que intentamos describir un sistema dinámico, con múltiples interacciones, que presenta diferencias continuas en sus resultados, en un esquema explicativo de la formación del conocimiento, las etapas a seguir serían: la determinación de los datos a recoger, los sistemas de proceso de información y la elaboración de conclusiones formadoras del conocimiento sobre el sistema. Cuando pensamos en la calidad (entendida desde la perspectiva de la cuantificación de las especificaciones cuantitativas y cualitativas necesarias que deben observarse en un producto terminado o semiterminado con definición expresa de un nivel mínimo, para poder satisfacer unas condiciones exigidas por los diferentes miembros de un sistema económico), esta calidad demandada y por la que se está dispuesto a remunerar un justiprecio, nace en el proceso productivo en concreto, y se alcanza mediante secuencias de ejecución-control-conocimiento, de forma tal que se establece una cuantificación de las cualidades de unos productos y se llevan a cabo las mediciones pertinentes para comprobarlas, como actuación posterior se corrigen aquellas circunstancias para alcanzar los valores objetivos.

2.4.2 El Control Estadístico de Procesos (CEP)

El control estadístico de procesos asume que todas las máquinas son intrínsecamente imprecisas, que un procedimiento idéntico producirá resultados distintos en la misma máquina en momentos diferentes (Jaikumar, 1990, p. 200).

Mediante los datos obtenidos en la supervisión de un proceso o una actividad a lo largo del tiempo se realiza un control continuo que permitirá la aplicación de análisis de tendencias, de tolerancias y secuencial. A este proceso de control continuo se le denomina Control Estadístico de Procesos (CEP)¹⁶³. El CEP nació hacia 1920 precisamente como herramienta para el control de calidad. En 1924 Walter A. Shewart de los laboratorios Bell Telephone desarrolló el primer esquema para un gráfico de control de los procesos de producción. Debido a las necesidades de maximizar la producción con unas garantías de calidad mínimas fueron ampliamente utilizados durante el periodo de la segunda Guerra Mundial. Posteriormente, la metodología fue adoptada por la industria japonesa. Si bien no es el remedio ni la panacea para los problemas específicos de la producción, si mejora la operatividad de los procesos de decisión ya que supone una metodología clara de tratamiento de la información, dirigida a la mejora tanto de la calidad como de la productividad.

Esta metodología se encuentra ampliamente desarrollada y sus aplicaciones son múltiples tal y como se recoge en los trabajos sobre aplicaciones a procesos de secado industrial (Negiz, *et al.*, 1994), procesos de fabricación mediante integración a gran escala¹⁶⁴ en entornos CIM (Mozumder y Strojwas, 1990), procesos de la industria textil (Vachtsevanos *et al.*, 1994), procesos de emulsión por lotes (Neogi y Schlags, 1997), procesos de control automáticos¹⁶⁵ (Palanki, 1990), en procesos de calibración (Pickering, 1996), fabricación de circuitos impresos (Dale y Shaw, 1992 y Dewsbury y Dale, 1995), procesos de soldadura (Cook *et al.*, 1994) así como en conjunción con la lógica borrosa (Vachtsevanos *et al.*, 1994), redes neuronales (Rezayat, 1993 y Martin y Morris, 1995) entre otros. En la literatura de gestión ha tenido incidencia puesto que es la base para la aplicación de la Gestión de Calidad Total y las normas ISO 9000¹⁶⁶.

¹⁶³ *Statistical Process Control (SPC)*.

¹⁶⁴ *Very Large Scale Integration VLSI fabrication proceses*.

¹⁶⁵ *Automated Statistical Process Control Systems (ASPCS)*.

¹⁶⁶ Existen estándares de calidad como el ANSI/ASQC.

Los principios básicos del control estadístico de procesos son (Humphreys y Shaw-Taylor, 1996, p. 34):

a) se puede obtener una buena medida de los resultados de un proceso a partir de la media de los resultados junto con una medida de dispersión que tolere las variación entre un valor máximo y otro mínimo.

b) el seguimiento de la media y del rango de dispersión aceptado; si se supera el rango por encima o debajo, probablemente el proceso esté fuera de control.

2.4.2.1 Tipología del CEP

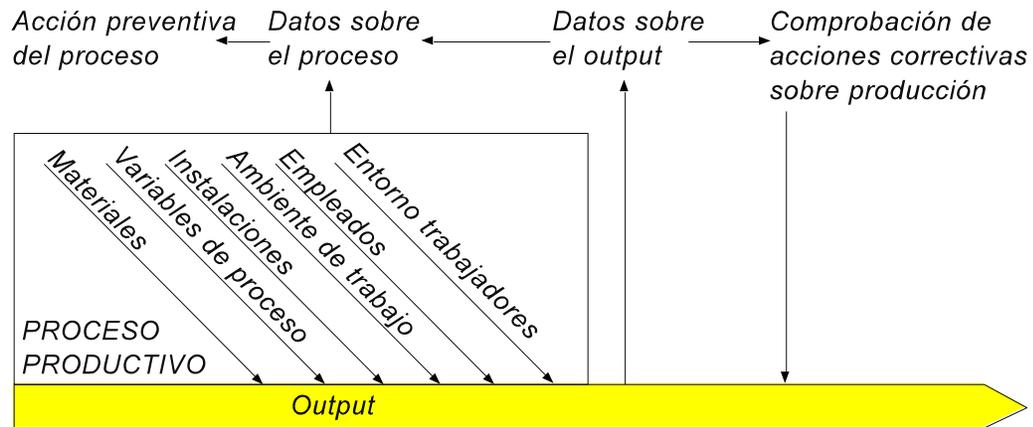
El control estadístico de procesos se divide en dos categorías: *on-line* y *off-line*. La primera se realiza desde una doble perspectiva, con la finalidad de supervisión del producto y preventiva mediante el estudio de los procesos de producción, es decir, el estudio de las variables que condicionan al proceso de producción en sí, y al resultado de éste, el producto. Dentro de dichas variables encontramos la cantidad y calidad de los materiales, las variables propias del proceso, instalaciones, ambiente físico de trabajo, capacidad y disponibilidad de empleados, ambiente social del entorno de trabajo, etc. Se puede representar dicho método en la figura 18.

La comprobación del producto se realiza habitualmente de manera directa, unidad por unidad, o en caso de producciones en masa mediante muestreos. Como resultado de este proceso se clasifican en grupos los productos finales con la posibilidad de reprocesarlos, desecharlos, venderlos a precio inferior, o expedición en condiciones y a precio preestablecido.

La comprobación preventiva, antes de finalizar el producto, se realiza mediante:

- a) Gráficos Shewhart de control para variables de proceso,
- b) gráficos de control *CuSum* para variables de proceso,
- c) inspecciones mediante muestreo de los materiales,
- d) inspección continua de la producción.

Figura 18
CEP *on-line*



Fuente: Wetherill y Brown (1991), p. 3

El CEP *off-line* constituye la etapa posterior al *on-line*, ya que en este último caso, la acción preventiva se realiza sobre circunstancias existentes, mientras que en el *off-line* se intenta reducir o eliminar el efecto de causas *potenciales* de variabilidad modificando los procesos, el producto o haciéndolos menos sensibles a estas causas. Taguchi es el autor más representativo en esta rama. En situaciones de procesos estables, el control *off-line* podría llegar a eliminar al *on-line* ya que las variaciones únicamente se producirían en situaciones de pérdidas de equilibrios.

2.4.2.2 Metodología del CEP.

Hacemos especial mención a este apartado ya que, como ya se comentó, se utilizará más adelante dicha metodología, con las modificaciones oportunas, de forma que nos permita adaptar las formas funcionales de la teoría microeconómica de producción. Para llevar a cabo el control se deben definir claramente cuales son las variables que definen la calidad del producto o de los productos, así como los parámetros de los procesos correlacionados con dichas variables. Lo que en principio presenta sencillez en su exposición, en la práctica puede suponer una complejidad considerable en el sentido de que en muchas ocasiones dichas relaciones no aparecen de manera manifiesta o, si es así, resultan difíciles de cuantificar.

De cualquier manera, las etapas a cubrir, según exponen Wetherill y Brown (1991, p. 7) son las siguientes:

I - Flujo del proceso

I.1.- Dibujar un esquema del flujo de los procesos remarcando las etapas o fases.

I.2.- Estudiar el flujo de datos del proceso.

II - Determinación del problema a estudiar

II.1.- Recoger la opinión de las personas sobre el problema.

II.2.- Determinar las variables importantes del producto, y si están o no medidas.

II.3.- Recoger y analizar los datos sobre dichas variables, utilizando medias móviles, gráficos *CuSum*, etc.

II.4.- Determinar los costes de los productos defectuosos.

II.5.- Analizar los datos utilizando métodos de proceso lógico y consultando a los ingenieros de procesos y operarios.

III - Explorar el proceso

III.1.- Recoger información sobre el proceso: conocimiento de informes y fuentes de información.

III.2.- Dividir el proceso en módulos. Decidir si se necesitan datos complementarios.

III.3.- Recoger los datos disponibles del control de calidad.

III.4.- Analizar e interpretar los datos mediante gráficos, gráficos *CuSum*, regresión múltiple o métodos estadísticos multivariantes¹⁶⁷.

III.5.- Diseñar y realizar experimentos en planta para comprobar y determinar modelos teóricos o empíricos.

III.6.- Elegir los tipos de gráficos CEP a utilizar.

III.7.- Implementar CEP.

Una vez finalizado el proceso pasaríamos a decidir, dentro de la implementación del CEP, las acciones preventivas o correctivas y su ejecución.

¹⁶⁷ Existen cuatro categorías de modelos básicos: la tabla de control simple (*Simple Control Chart*), la tabla de suma acumulada (*Cumulative Sum Chart o Cusum Chart*), la tabla de control simple económica (*Economic Design Control Chart*) y la tabla de suma acumulada económica (*Economic Cusum Chart*).

Como se puede observar, la calidad del CEP depende, una vez más, de la representatividad y calidad de la información o datos a recoger. Estos datos son básicamente de tres diferentes tipos: cualitativos, cuantitativos discretos y cuantitativos continuos (multivariantes).

En el caso de los datos cualitativos, se procede a una clasificación de acuerdo con una serie de categorías; en el caso más sencillo, por ejemplo, cuando existen dos posibilidades de clasificación de un producto de acuerdo con su estado después de acabado, como apto o defectuoso.

Cuando trabajamos con datos cuantitativos discretos, cada valor corresponde a la secuencia de la serie natural de números, de forma que podemos reflejar el número de averías por unidad de tiempo, el número de unidades terminadas, el número de boletas de trabajo analizadas y el número de errores encontrados en las mismas, etc.

Los datos cuantitativos continuos, como su nombre refleja, utilizan una escala continua de forma que permite expresar la dureza de un metal, el contenido de un determinado componente en una mezcla en partes por millón, el peso de los materiales consumidos en un proceso, el peso de las unidades producidas, etc.

Ahora bien, en ocasiones, si queremos describir un proceso debemos dar información sobre las distintas variables que lo definen, es decir, si consideramos un pedido en particular, le asignaremos a un tipo de producto, un número de serie, un tamaño o número de unidades a producir, las circunstancias de producción, en cuanto a la temperatura de proceso, el tiempo, mezcla de materiales, etc.; en este caso haríamos referencia a datos multivariantes. Por tanto, se trata de relacionar los tres tipos de datos descritos anteriormente para informar de un pedido en concreto.

En general, todos los procesos industriales, dentro del determinismo de las "fórmulas de fabricación", están sujetos a variaciones por múltiples razones, que se pueden clasificar en los siguientes grupos¹⁶⁸:

¹⁶⁸ En el modelo Sutermeister de la productividad se recogen los factores internos que afectan a la productividad, que se agrupan en dos, la tecnología y la motivación del empleado (Sutermeister, 1976). En nuestro trabajo, haremos referencia a las causas en las que se desarrolla el trabajo considerando, por ejemplo, que las condiciones físicas también afectan a la tecnología.

- a) Ruido variacional o no explicado, es la que se produce entre productos fabricados bajo las mismas condiciones y especificaciones.
- b) Causas externas al proceso, como la temperatura, la humedad, etc.
- c) Causas del propio proceso, debidas al proceso en sí mismo, por producción de residuos, variaciones en la carga procesada, envejecimiento de los equipos, etc.
- d) Otras causas asignables de variación como la calidad de los materiales, errores en la programación de la producción, etc.

Mediante los procedimientos de CEP se intenta identificar y explicar la variación no explicada que permita definir los parámetros de producción para conseguir unas cantidades y calidades determinadas de producto final; en definitiva, busca el conocimiento de las interacciones entre los distintos parámetros de producción.

En principio, la industria de componentes tiene procesos que muestran tipos de variaciones más simples que la industria de procesos. Se pueden clasificar en:

- a) Variaciones aleatorias simples,
- b) variación aleatoria de largo y corto plazo,
- c) variación cíclica de largo y corto plazo,
- d) tendencias, y
- e) variaciones o saltos imprevistos.

El problema reside en que con frecuencia es difícil ajustar un modelo concreto de un proceso, particularmente en procesos complejos, y hay varias razones para ello: ya sea porque raramente hay datos suficientes recogidos bajo condiciones normales; o porque frecuentemente hay múltiples variables o parámetros del proceso cuyos efectos son incomprensibles absolutamente y en un proceso complejo puede ser complicado aislarlos y mucho menos eliminados; o bien porque algunos de los parámetros de procesos más importantes pueden ser imposible, caro o puede que lleve demasiado tiempo determinarlos; o sencillamente, puede que el proceso no sea lo suficientemente estable como para ajustar un modelo simple.

Para llevar a cabo el estudio del proceso examinaremos la variabilidad en las características que aparte de definir un producto consideramos más importantes a la hora

de generar valor tanto para el cliente como para el productor¹⁶⁹ para lo cual y siguiendo a Wetherill y Brown (1991, p. 70) se deben considerar las siguientes cuestiones:

- 1ª) ¿Qué es lo que supone variaciones en el producto?
- 2ª) ¿Cuándo y dónde aparecen defectos de calidad en el producto?
- 3º) ¿Dónde y cómo pueden ser detectados?
- 4º) ¿Cuál es el índice de capacidad del proceso?
- 5º) ¿Qué acciones de control pueden ser llevadas a cabo sobre un proceso?
- 6º) ¿Cuál es el efecto de esas acciones?
- 7º) ¿Qué tipo de control es el apropiado y dónde?

En definitiva se trata de controlar las variaciones que se producen en el proceso productivo, pero no todas las variaciones, únicamente aquellas que llevan a una pérdida en las características exigidas a los procesos que llevan al nivel de calidad deseado, a la capacidad deseada de satisfacer las necesidades del cliente.

Establecidas estas variaciones, son todas potencialmente consideradas en términos de tiempo de actividades a realizar. Una forma de representación y por lo tanto de estudio de estas variaciones en términos de eficiencia es la función de producción presentada desde la perspectiva microeconómica.

Desde la perspectiva de la contabilidad de gestión, cabe destacar el trabajo de Donoso Anes y Donoso Anes (1993) en la descripción de la utilización del control estadístico de procesos en la evaluación de las desviaciones de costes.

2.4.3 Gestión de la Calidad Total

El control total de la calidad puede definirse como un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de la calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes (Ishikawa, 1986, p. 84).

¹⁶⁹ En el sentido de que puede darse la circunstancia que durante el proceso productivo el producto debe reunir una serie de condiciones que ahorran costes de producción. Puede ser por las cualidades de los materiales, acabado de las fases de producción, disposición para su manipulación, etc.

De acuerdo con la norma A.-1987 ANSI/ASQC calidad es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícita o explícitamente formuladas. Estas últimas se definen mediante un contrato en tanto que las primeras se definen según las condiciones que imperan en el mercado aunque también es necesario determinarlas.

La calidad total tiene un significado global, en él se incluyen términos tales como la competitividad, las entregas, los costes, la excelencia, la moral, la productividad, el beneficio, la calidad del producto, la cantidad y el volumen, los resultados, los servicios, la seguridad, la atención al entorno y la atención a los accionistas. A este enfoque global le corresponde un significado operativo en el que se materializa las decisiones que afectan a estos términos y que responden a los conceptos de orientación al cliente interno, hacer bien las cosas en la primera vez y la estandarización de las actividades¹⁷⁰.

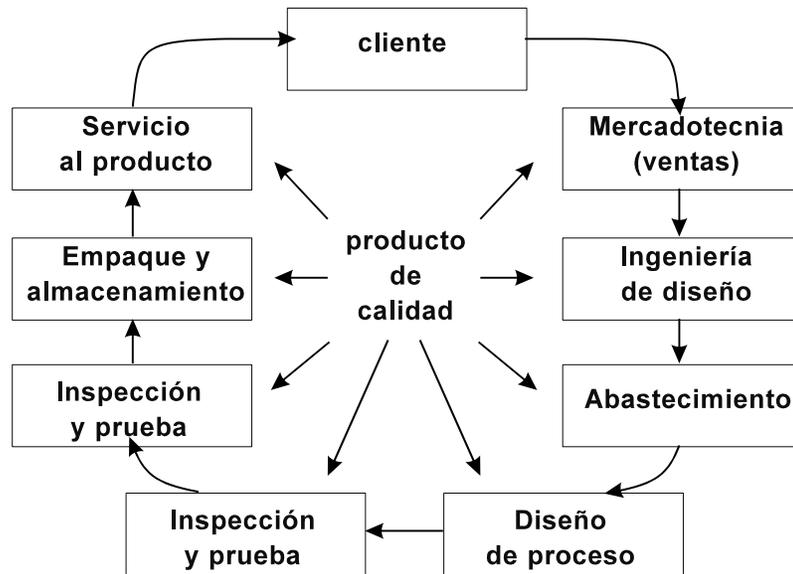
Es en este ámbito en el que se aplica la filosofía de la mejora continua o *kaizen* que tiene una variante en el denominado *kaizen tiempo* que consiste en utilizar el tiempo, como recurso competitivo para activar el *kaizen*¹⁷¹.

La calidad en la organización es responsabilidad de todos sus integrantes, se inicia en el momento en que se aplican esfuerzos a la identificación de las necesidades de los clientes y se aplica a lo largo del ciclo de vida del producto, implicando a las distintas áreas de la empresa tal y como se muestra en la figura 19.

¹⁷⁰ Galgano (1993, p. 32).

¹⁷¹ Según Galgano, p. 170 el JIT es fundamentalmente el fruto del *kaizen* aplicado al tiempo.

Figura 19
Áreas de responsabilidad de la calidad



Fuente: Besterfield, 1994, p. 5.

Las técnicas básicas a las que hacíamos referencia anteriormente son: el diagrama de Pareto, el análisis de matrices, el diagrama de Grier, las series temporales, el diagrama de causa y efecto, formas de control, el histograma, la capacidad o alcance de un proceso, la gráfica de control, el diagrama de dispersión, la gráfica de comportamiento y el diagrama de flujo de un proceso.

La finalidad del control de calidad es producir artículos que satisfagan los requisitos de los consumidores con un precio adecuado, es decir, su orientación es hacia el consumidor. Esto significa que el cálculo de costes tiene una estrecha relación con el control de calidad ya que *"no puede haber un control de calidad que haga caso omiso del precio, las utilidades y el control de costes [y] lo mismo puede decirse del volumen de producción si una fábrica no puede dar cifras para la cantidad producida, la cantidad de desechos o el número de defectos o de correcciones necesarios, no podrá determinar su porcentaje defectuoso ni la tasa de correcciones. Una oferta insuficiente de un producto demandado será perjudicial para los clientes. Una oferta excesiva significa desperdicio de mano de obra, materias primas y energía. El control de costes y*

el control de calidad son dos caras de la misma moneda. Para hacer un buen control de costes hay que hacer un buen control de calidad" (Ishikawa, 1986, p. 40).

2.4.3.1 La metodología PDCA o rueda de Deming

Ahora bien, los instrumentos no son suficientes, hace falta una metodología de búsqueda de las soluciones, que permita un diseño de la solución a un problema. Esta metodología se denomina PDCA, es decir, planificar (Plan) o recoger los datos para conocer el problema, definir objetivos, individualizar sus límites de manera precisa. En la siguiente fase, de actuación (Do) se busca información¹⁷² que confirme que las hipótesis son correctas y en su caso se realizan las pruebas necesarias, y se comprueba (Check) que el resultado es el adecuado. Finalmente, si el resultado ha sido favorable, se extiende su aplicación a otras áreas (Act), que pueden ser otras máquinas, productos o procesos. Una vez finalizado el proceso favorablemente o bien si el resultado de la prueba no fue el deseado se empieza de nuevo el ciclo.

2.4.3.2 La flexibilidad del proceso

En el estudio de la respuesta de un sistema en su funcionamiento es importante establecer cual es su capacidad, es decir, "*determinar la prestación del proceso cuando sólo experimenta la influencia de las causas comunes*¹⁷³" de acuerdo con las necesidades de cada momento.

Este conocimiento es importante puesto que permite determinar a priori cuales son los márgenes de estabilidad de cada uno de los procesos de acuerdo con la característica de calidad esperada. Una metodología, que utilizaremos posteriormente en nuestra investigación es la gráfica de control.

¹⁷² El análisis PDCA tiene 7 instrumentos: la hoja de recogida de datos, el histograma, el diagrama causa/efecto, el diagrama de Pareto, el análisis por estratificación, el diagrama de correlación y la hoja de control.

¹⁷³ Galgano, *op.cit.* p. 235.

2.4.3.3 La gráfica de control ¹⁷⁴

Es un registro gráfico de la cantidad de una característica en particular que muestra si el proceso se encuentra estable de acuerdo con unos límites de variación predefinidos. Los objetivos de la gráfica de control, además del general de mejora de la calidad, son:

- 1) Definir un producto de acuerdo con sus especificaciones técnicas y las posibilidades de la estructura productiva de la empresa,
- 2) establecer la capacidad de un proceso en cuanto a flujo, calidades, etc.,
- 3) atribuir a causas controlables o no las perturbaciones del proceso,
- 4) fuente de información para validar las especificaciones en un producto.

En su elaboración se siguen unos pasos

1º) Definición de la característica de calidad del proceso: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, sustancia, intensidad luminosa (unidades básicas) y el poder, la velocidad, la fuerza, la energía, la densidad y la presión (unidades derivadas).

2º) Escoger un subgrupo racional, aquel en el que la variación en la que se produce dentro del grupo mismo se deba a causas fortuitas (se trata de escoger muestras del subgrupo o seleccionar un producto durante un tiempo determinado).

3º) Reunir los datos necesarios (mínimo 25).

4º) Calcular los límites de control de ensayo: se realiza mediante el cálculo de las líneas de promedio y de rango.

5º) Definir los límites de control revisados.

6º) Supervisión del proceso de acuerdo con los valores calculados.

Desde nuestra perspectiva, es precisa la evaluación de la estabilidad del proceso en función del tiempo, es decir, la evaluación del consumo de los recursos productivos para su posterior valoración (lo hemos denominado diversidad causa-efecto). En esa evaluación de los recursos productivos y del tiempo disponible, la búsqueda de un base teórica que permita un desarrollo empírico suficientemente sólido nos lleva a considerar la posibilidad de utilizar como punto de partida la Teoría Microeconómica, y en concreto las funciones de producción.

¹⁷⁴ En este epígrafe hemos seguido el trabajo de Besterfield.

2.5 LAS FUNCIONES DE PRODUCCIÓN DESARROLLADAS

La importancia del análisis contenido en la Teoría de Producción microeconómica es puesta de manifiesto por Segura (1969, p. 15): "la función de producción surge dentro del análisis microeconómico como uno de los dos elementos determinantes del equilibrio de la empresa. Un empresario que intenta alcanzar una situación de equilibrio de la empresa, es decir, que intenta maximizar su beneficio a corto plazo, debe tener en cuenta simultáneamente las características tecnológicas de sus instalaciones y las posibilidades de utilización de las mismas que le brindan las técnicas productivas existentes. Además debe tener en cuenta el coste del proceso productivo. El primero de estos elementos viene dado, representado formalmente, por una función de producción que, por tanto, no es más que una función tecnológica que relaciona las cantidades aplicadas de los distintos factores en el proceso productivo con las obtenidas de producto final, estando tanto los factores como el producto medidos en unidades físicas, es decir, sin intervención alguna de los precios".

En el sentido más amplio (Healthfield y Wibe, 1987, p. 1), la producción puede ser definida¹⁷⁵ como cualquier actividad cuyo resultado neto es el incremento en el grado de conformidad entre cantidad, calidad y distribución (espacial y temporal) de las mercancías, de acuerdo con un modelo determinado. (que recoja las reglas de modelo la posibilidad de aumentar (o reducir) la producción por el simple cambio en los gustos).

La consideración desde la Teoría Clásica de tierra, trabajo y capital lleva a un problema de agregación desde la perspectiva de los factores (Healthfield y Wibe, 1987, p. 5), puesto que no hay un sólo tipo de trabajo o de capital¹⁷⁶, así como desde la perspectiva de la producción. Si definimos una planta como una unidad de programación que produce un tipo de bienes de calidad constante, entonces podríamos medir el output de una planta midiendo simplemente el número de unidades producidas. Desafortunadamente existen muy pocas plantas de este tipo en la realidad. La mayor parte de las plantas de producción son firmas que producen una gran variedad de productos con una variedad en calidades¹⁷⁷. La definición de la función de producción

¹⁷⁵ Otras definiciones de la función de producción consideradas en este trabajo: Johnston (1960), Frisch (1963), Dano (1966) y Chambers (1988).

¹⁷⁶ Aunque Healthfield y Wibe no mencionan al factor tierra, también podría considerarse.

¹⁷⁷ Healthfield y Wibe (1987), p. 6.

podría ser la siguiente: es el conjunto de relaciones eficientes posibles entre inputs y outputs dado el actual estado de conocimiento tecnológico.

Es este problema de agregación, la necesidad de simplificar la multitud de procesos generados en el interior de una empresa, que aumentan si hablamos de un sector económico completo, lo que lleva a la aparición de ciertas variaciones inexplicadas que exigen la utilización de metodologías estadísticas. Sin embargo, aunque está desarrollada la consideración de la producción como proceso estocástico, desde la perspectiva de nuestro trabajo será observada como estable en un momento determinado, en su perspectiva básica de conocimiento y por lo tanto determinista¹⁷⁸.

2.5.1 La función de producción

En definitiva en esa necesidad de adquirir conocimiento de una realidad compleja, la definición de la función de producción se realiza a partir de un proceso en el cual se fabrica un único producto o output (homogéneo), q , que se fabrica con una serie de combinaciones posibles del conjunto de "n" factores de producción que se consideran con sus respectivas cantidades $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ bajo la condición de eficiencia. Los valores de q y v_i son unidades por unidad de tiempo, es lo que denominamos unidades de flujo. Entonces formalmente podemos escribir las funciones de producción de la siguiente manera:

$$q = f(v_1, \dots, v_n)$$

¹⁷⁸ Ortega y Gasset (1939) en su reflexión sobre la técnica y la capacidad de invención humana dice que se trata de un esfuerzo destinado a ahorrar esfuerzo en el camino hacia la satisfacción del hombre, e incluso más allá, puesto que (p. 27) "el hombre, por lo visto, no es su circunstancia, sino que está sólo sumergido en ella y puede en algunos momentos salirse de ella y [...] ocuparse en otras cosas que no son directa e inmediatamente atender a los imperativos o necesidades de su circunstancia. En estos momentos, [...] inventa y ejecuta ese segundo repertorio de actos: hace fuego, hace una casa, cultiva el campo y arma el automóvil. Notemos que todos estos actos tienen una estructura común. Todos ellos presuponen y llevan en sí la invención de un procedimiento que nos permite, dentro de ciertos límites, obtener con seguridad, a nuestro antojo y conveniencia, lo que no hay en la naturales, pero que necesitamos. No importa, pues, que en la circunstancia aquí y ahora, no haya fuego. Lo hacemos, es decir, ejecutamos aquí y ahora un cierto esquema de actos que previamente habíamos inventado, de una vez para siempre. Este procedimiento consiste a menudo en la creación de un objeto, el instrumento o aparato, cuyo simple funcionamiento nos proporciona eso que habíamos menester".

Donde $f()$ recoge la forma de la función de producción. Esta forma depende de la tecnología del proceso. Podríamos, por ejemplo, tener una función aditiva de producción:

$$q = a_0 + a_1 v_1 + a_2 v_2 + \dots + a_n v_n,$$

donde $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ son constantes. Otro tipo de función de producción, un poco más complicada es la multiplicativa:

$$q = a_0 \cdot v_1^{a_1} \cdot v_2^{a_2} \cdot \dots \cdot v_n^{a_n}$$

La interpretación es sencilla, dado un flujo de inputs $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ podemos producir un flujo de output q , considerando el que hemos usado la tecnología más eficiente ya que si deliberadamente derrochamos recursos podemos, por supuesto, siempre producir menos de q .

La función de producción, tal y como se ha definido originariamente, es un concepto micro ya que se aplica a relaciones productivas al menor nivel de unidad económica: un proceso, una firma o una planta. Es además una relación puramente técnica que puede ser construida sin ninguna relación a las condiciones de mercado o precios. Representa el conjunto de elecciones. Los aspectos económicos aparecen sólo cuando se considera la elección de una de las posibles configuraciones entre inputs y outputs.

En este sentido Segura (p.16) también hace hincapié en esta idea al afirmar que "es obvio que la función introduce un elemento de indeterminación en las decisiones del empresario, porque lo único que le indica son las distintas combinaciones de factores que puede utilizar para obtener una cierta cantidad de producto (en el caso de que esta última sea un dato para el mismo): la función de costes despejará esta indeterminación eligiéndose entre todas las combinaciones posibles de la función aquella que minimice los costes de producción de la empresa".

La teoría describe todos los elementos necesarios para fundamentar su contenido, desarrollarlo y concluirlo. La utilización de curvas isocuantas de corto y largo plazo, el factor de sustitución, las variaciones de tecnología, la producción total, media y marginal

y la Ley de Rendimientos Decrecientes, discutida desde el siglo pasado por Ricardo y von Thünen y en este siglo por Robinson (1960).

Ahora bien, desde nuestra perspectiva intentamos identificar la función de producción cualquiera que sea el enfoque seguido con la Teoría de Contingencias puesto que se podría considerar demasiado restrictivo el planteamiento de la Teoría microeconómica por dos motivos:

1) Deja de lado múltiples cuestiones a considerar, o lo que es lo mismo, excluye o maldefine el recurso "capital óptimo" o "capital utilizado" frente a "capital disponible".

2) Sólo se recogen los factores que están sujetos al control del empresario, obviando otro tipo de "factores" que no suponen consumo directo pero que sí influyen en los rendimientos como por ejemplo el clima y que formaría parte de lo que Frisch (1963, p. 10) denomina factores tácitos, frente a los específicos o controlables.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta que el modelo neoclásico se ha visto sometido a importantes objeciones¹⁷⁹ cuando se utilizan máquinas en los procesos productivos (Dorfman, 1953) puesto que está basado en el sistema productivo dominante en el momento en que fue planteada: la agricultura¹⁸⁰, y si bien la mayor parte del análisis de las funciones de producción se realiza en estudios sectoriales (Johnston, 1960), consideramos que el análisis siguiendo a Healthfield y Wibe (1987) se puede realizar por dos vías:

1) El enfoque estadístico que está basado en la idea de que un proceso puede ser descrito adecuadamente examinando sus outputs e inputs. No es necesario conocer detalle alguno sobre la ciencia o la técnica utilizada en el proceso, únicamente mediciones sobre la cantidad de factores que entra en el proceso y lo que se obtiene. A su vez se puede aplicar de dos maneras:

¹⁷⁹Según Johnston (1960, p. 9, en referencia al trabajo de Menger, 1954): "*las hipótesis de la Teoría no se han fundado sobre datos empíricos, y los economistas no han vacilado en postular la existencia de una función de producción con ciertas propiedades. Dos ejemplos típicos son las dos vertientes de la ley de proporciones variables en la forma de disminución del producto marginal y disminución del producto medio, si bien son cosas distintas y una no necesariamente conlleva la otra*".

¹⁸⁰Johnston (1960, p. 7) comenta que los problemas de la información han llevado a la definición en la teoría de la ley de proporciones variables, si bien se considera descriptiva para una variedad de situaciones de todos los sectores (agrícola, industrial y de servicios) de hecho, únicamente hay información abundante en el caso de la agricultura y de hecho su obra viene a paliar, al menos en parte esta carencia.

1.1) Si los datos provienen de muchas firmas estaríamos ante un análisis de corte sectorial.

1.2) Si los datos provienen de un proceso en particular, de una empresa o sector únicamente estaríamos ante un análisis de series de tiempo.

La combinación de ambos nos llevaría a la aplicación de la metodología de datos panel.

El análisis se realiza identificando una forma funcional, la más adecuada de acuerdo a los datos disponibles como puede ser una función Cobb-Douglas, CES, translog, etc.

Obviamente puede existir un error en las mediciones, pero también hay otro tipo de errores¹⁸¹:

a) Que se haya seleccionado una forma funcional inadecuada.

b) La omisión de variables, si se asume que son dos factores v_1 y v_2 los que afectan a la cantidad de producción pero pueden existir otras variables que también le afectan. Un candidato obvio puede ser el efecto del clima en una granja agrícola. En este caso el error puede ser exponencial o multiplicativo. Este tipo de análisis se realiza en la Teoría de Incertidumbre mediante la aplicación del análisis bayesiano.

c) El error en las variables: Los errores de medición pueden aparecer tanto en las observaciones de las variables dependientes v_1 y v_2 , como en la independiente A , e implica un diferente tratamiento de los términos estocásticos si esos errores están correlacionados con v_1 y/o v_2 . Una posible solución es la utilización de variables instrumentales.

Para Frisch (1963, p. 45) ésta sería la producción instantánea simple, la encaminada a obtener un solo tipo de mercancías o servicios y de manera inmediata a la aplicación de los factores al proceso de producción.

¹⁸¹ *Op. cit.* p. 159.

2) El enfoque del ingeniero, aunque no requiere observaciones de inputs o outputs exige los conocimientos técnicos o científicos aplicados en el proceso. Por este motivo es necesaria la consulta a los ingenieros o encargados de los sistemas. El método fue propuesto por H.B. Chenery al final de la década de los 40, que estaba convencido de que este enfoque mejoraría los resultados, y por lo tanto, la calidad de este tipo de estudios.

Asimismo, siguiendo a Frisch esta sería la teoría dinámica, si bien queda limitada a la observación de la depreciación o disminución del valor capital por el uso o simplemente en razón del peso del tiempo, y el de los efectos de las variaciones de los precios, desde nuestra perspectiva supone todavía un enfoque limitado; y es que, en definitiva, según este autor¹⁸² *"toda producción se realiza en un cierto lapso de tiempo y quien quisiera abordar la teoría de la producción desde un punto de vista completamente general tendría que concebir todos los factores de producción, así como el producto (o los productos en el caso de una producción múltiple) como funciones más o menos continuas en el tiempo. Entonces debería estudiar cómo una modificación del elemento tiempo en la ley de aplicación de uno o varios factores puede repercutir en el elemento tiempo de la cura (o curvas) del producto. Sin embargo, desde un punto de vista tan general, las relaciones y las correlaciones son de tal complejidad que resulta muy difícil formular conclusiones claras y válidas, corriéndose gran peligro de limitarse al enunciado de algunos principios formales, poco apropiados para esclarecer la solución de importantes problemas prácticos. Con frecuencia resulta sumamente ventajoso considerar los hechos, no en función del tiempo sino bajo otros aspectos"*, es decir, producción instantánea frente a producción temporal.

Ahora bien, su propia solución sigue siendo limitada y aunque afirma que: *"en muchos casos, resulta fundado estudiar los procesos de producción haciéndolo como si se tratase de un fenómeno instantáneo. Por lo tanto, si elaboramos una teoría aplicable a la producción instantánea no es porque dicho caso sea frecuente en la realidad, sino porque este método permite esclarecer ampliamente la cuestión, sin sobrecarga de detalles inútiles"*, acepta que: *"sin embargo, existen problemas en los cuales el elemento tiempo es importante, a consecuencia del hecho de que el escalonamiento y el ritmo de las operaciones de producción son esenciales para el resultado. Para analizar tales procesos es indispensable elaborar una teoría de producción expresada en términos de*

¹⁸² *Op. cit.* p. 31.

la duración de esta, teoría que encontrará su aplicación, por ejemplo, en los casos en que la producción implique importantes inmobilizaciones (capital fijo), de las que no se puede obtener ventajosamente beneficio más que si ciertas operaciones constitutivas del proceso son acertadamente coordinadas en el tiempo", y en la misma línea de nuestra argumentación anterior en lo que a calidad se refiere expresa: "esta teoría se aplicará igualmente a los casos en que la calidad del producto es función de la duración de la producción".

Desde esta perspectiva, el mismo problema se pone de manifiesto cuando se observa (Healthfield y Wibe, 1987) que: *"las cosas son mucho más complicadas en ingeniería donde posiblemente no encontremos una dimensión común para todas las variables, por ejemplo: puede ser necesario utilizar mediciones de viscosidad, dureza, velocidad, estabilidad, regularidad, etc. De acuerdo con esto no tiene sentido intentar obtener "precios sombra" para todas las variables de ingeniería que se incluyen en una descripción técnica".*

Explican Healthfield y Wibe que la relación entre descripciones en ingeniería y la función de producción económica puede ser ilustrada con la ayuda de un modelo formal. Si consideramos que necesitamos " n " variables técnicas para definir el proceso y asumimos que todas esas variables pueden ser representadas numéricamente por $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, normalmente serían necesarias cientos de ecuaciones para conseguir una exacta descripción técnica del proceso de producción, pero en un intento de simplificar asumiremos que todas se pueden incluir en una sola ecuación:

$$q = e(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

donde q es como siempre la cantidad de output. La relación $q = e(x)$, es la forma funcional a la que hacen mención los trabajos realizados en el ámbito de la ingeniería.

Ahora asumimos que tenemos n diferentes factores económicos (tales como energía, capital, etc.) las cantidades de los cuales se representan con $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$. Una selección en particular de las variables técnicas también determina el uso de factores económicos a través de las relaciones:

$$v_j = h_j(v_1, v_2, v_3, \dots, v_n)$$

Denominamos a estas relaciones *funciones de inputs o factores*. Por lo tanto podemos formular la optimización técnica del problema como:

$$\text{Max } q = e(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

S.T.

$$v_j = h_j(v_1, v_2, v_3, \dots, v_n)$$

Aunque sería más conveniente haber formulado el problema como minimización de costes.

2.5.2 La función de producción desarrollada

Ahora bien, Healthfield y Wibe siguen sin especificar en qué consiste la descripción técnica exacta del proceso productivo ya que al tratarse de un sistema dinámico, caracterizado por constantes modificaciones si el objetivo es estudiar la relación entre la variación de los inputs y de los outputs. Sí podemos afirmar que este tipo de descripción exige un acercamiento a la realidad.

Este tipo de estudios sobre la realidad se vieron impulsados en la década de los setenta por la importancia de las industrias con producción conjunta (transformación del petróleo y sus derivados, químicas, etc.), si bien los intentos de caracterizar tales tecnologías desde la perspectiva econométrica tuvieron un éxito limitado debido entre otros motivos a la complejidad de procesar los datos de los modelos de ecuaciones simultáneas no lineales (Griffin, 1977)¹⁸³.

Desde una perspectiva diferente, Chenery plantea la utilización de datos reales en la definición de funciones de producción (Chenery, 1949) y posteriormente demuestra la utilidad del análisis a partir de los datos reales de transformación en el estudio económico de la producción, por un lado para el diseño de las plantas industriales y desde la perspectiva del análisis *input-output*¹⁸⁴ (Chenery, 1953¹⁸⁵, p. 297)¹⁸⁶.

¹⁸³ Griffin explica que cada iteración precisa de una solución al modelo, por eso, un modelo de simulación con datos relativos a veinte años puede precisar cien soluciones para el modelo de procesos.

¹⁸⁴ Chenery considera que este tipo de estudios presenta las siguientes ventajas: se conoce anticipadamente el rango de procesos industriales al que se aplicará la función por anticipado, se puede calcular el efecto de los cambios en varios parámetros tecnológicos, los resultados están menos limitados

En la fundamentación de su investigación este autor describe la concepción y el diseño de un proceso industrial en tres etapas diferentes (p. 302):

"Primero está la idea de que se le debe hacer a los materiales para transformarlos en productos. Analíticamente, la primera concepción del proceso puede ser considerada en términos de las propiedades y de los productos por separado: los factores de procesamiento se consideran únicamente en la manera en que se debe aplicar la energía para realizar la transformación. El siguiente paso es determinar las combinaciones posibles de utilización de los factores que determinarán la utilización de energía. [...] Finalmente debemos especificar los inputs necesarios para fabricar cualquier combinación dada de servicios imputables a los factores".

Cada una de las etapas pueden ser descritas por tres conjuntos de ecuaciones. La primera es el modelo analítico de la transformación de materiales, en la segunda las ecuaciones describen la combinación de factores con el suministro de energía y en la tercera se muestran las funciones de factores relacionando las cantidades económicas de factores con las variables de los procesos.

En nuestra investigación asumimos como finalidad la descripción técnica exacta del proceso productivo para cada tipo de producto i , o lo que es lo mismo, según la terminología de Healthfield y Wibe:

$$q_{i/t} = e_j(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij})$$

donde $q_{i/t}$ es la cantidad de output por unidad de tiempo para cada producto ($i=1, 2, 3, \dots, n$) y e_j es la función de producción aplicada (que constituye un desarrollo de la

por un tipo particular de equipamiento instalado en planta en ese momento y se aproxima más a la función de producción a largo plazo de la teoría económica.

¹⁸⁵ Es importante destacar que este trabajo se recoge en una obra colectiva de la que es coordinador Leontief, titulada *Studies in the structure of the American economy: theoretical and empirical explorations in input-output analysis*.

¹⁸⁶ Dos ejemplos de la utilidad de este tipo de análisis son los trabajos de Eide (1979) en la definición de funciones de producción y de costes para barcos a partir de sus especificaciones técnicas, y Smith (1957) en el transporte por carretera. De hecho Smith (1966) engloba el desarrollo en la literatura de la Economía de la Ingeniería (*Literature of Engineering Economy*).

función de producción) a ese producto de acuerdo con la mejor tecnología disponible correspondiente a cada uno de los procesos seguidos en su fabricación¹⁸⁷.

Por este motivo es difícil dicha simplificación, por lo que en nuestra opinión en la línea de la obra de Chenery, la solución consiste en simular el proceso productivo definiendo funciones de producción desarrolladas individualmente para cada lugar de actividad generadora de valor que expliquen en la medida de lo posible las variaciones que hemos denominado causa-efecto.

Por lo tanto, a los efectos del establecimiento de las hipótesis para formular el modelo consideramos que nos encontramos ante una producción (siguiendo el planteamiento de Frisch, 1963):

1°. Compleja o heterogénea: se obtienen diversos productos o servicios.

2°. Temporal: es tan importante conocer la cantidad de output obtenido como la consideración del tiempo de producción como factor productivo.

3°. Técnicamente mensurable: tanto el producto como los factores productivos, incluido el tiempo de utilización de los medios de producción, se pueden medir cuantitativamente por medio de unidades técnicas o, por lo menos, de índices de carácter cuantitativo.

¹⁸⁷ En la consideración de las tres etapas de Chenery (Eide, 1979, pp. 12-16), un proceso con producción conjunta presenta una forma funcional del tipo:

$$F(y, \eta, m, \mu, e_r) = 0$$

donde y son los productos y η son sus características, m son los materiales o *inputs* y μ representan sus propiedades y e_r representa la función de consumo de energía que es función de los factores de proceso (maquinaria, mano de obra y la propia energía). En la segunda etapa se incorpora la función de consumo de energía, por lo tanto, si $e_r = g_r(f, \phi)$, donde f representa los factores utilizados en el proceso y ϕ sus propiedades:

$$F(y, \eta, m, \mu, g_r(f, \phi)) = 0$$

Finalmente en la tercera etapa se especifican las funciones de los factores que relacionan las cantidades económicas a las variables de proceso y otras cantidades con consideración económica:

$$\begin{aligned} m_i &= M_i(f, {}_i m, y, \mu, \phi, \eta) \\ f_j &= F_j(m, {}_j f, y, \mu, \phi, \eta) \end{aligned}$$

Donde m_i y f_j son factores y ${}_i m, {}_j f$ son los vectores de factores sin incluir el factor utilizado como variable dependiente.

Una alternativa de presentación del modelo es la utilización de un modelo en el que el output y los *m inputs* son funciones de N parámetros independientes (Dano, 1966, p. 108).

4°. Obtenida mediante una técnica constante, suponemos que los cambios cuantitativos en los factores y en el entorno considerados tienen lugar en el marco de una técnica tal que, a una combinación determinada de los factores, corresponde una cantidad perfectamente determinada del producto de unas características especificadas.

5°. Compuesta por factores continuos¹⁸⁸, que al igual que las variaciones en el entorno suponen variaciones tanto en sentido positivo, negativo e incluso nulo en la cantidad de producto final.

Si lo realmente importante es el tiempo de producción puesto que la cantidad de output no es más que la producción por unidad de tiempo, planteamos un sistema de ecuaciones que represente fielmente el proceso seguido por el producto en su elaboración, es decir, es preciso desglosar un nivel más la función de producción desarrollada de acuerdo con el organigrama del proceso productivo hasta la unidad mínima funcional (la máquina o el puesto de transformación en caso de ser un operario el factor intensivo), es decir para el mismo producto i , en un proceso de tres fases productivas ($j = 1, 2$ y 3), con dos puestos de transformación en cada una de ellas ($k = 1$ y 2). Por otro lado, ampliamos en la definición de la función los factores observados, es decir, además de factores económicos anteriormente definidos, son factores condicionantes del tiempo de producción los intrínsecos al producto (sus características) entre las cuales encontramos las dimensiones, los materiales, el diseño, etc. y los relativos al entorno de trabajo (las circunstancias) en las que se realiza el trabajo: localización en el espacio y en el tiempo (climatología), incluso los precios de los factores productivos o sólo en el tiempo (turno de trabajo). A los primeros los denominaremos bajo la notación $e = 1, 2$ (por ejemplo la dimensión -longitud- y color), y a los segundos $c = 1, 2$ (por ejemplo, turno de trabajo y temperatura del entorno en el momento t), además definiremos a la función $f_{ijk}(x)$ como la determinante de la tecnología utilizada en la fabricación del producto i , y por lo tanto, de la eficiencia.

Por lo tanto, podemos formular el modelo general de la siguiente manera:

$$q_{ijk/t} = f_{ijk}(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij}, c_{i1}, c_{i2}, e_{1jk}, e_{2jk})$$

Lo que significa que la cantidad procesada por unidad de tiempo, o velocidad, de un puesto de actividad por operarios o máquinas, es función de una tecnología que

¹⁸⁸ Frisch (1963, p. 61): "Un factor continuo es un factor cuya productividad marginal es, para todos sus valores, una función continua de todas las cantidades del factor".

procesa unos factores económicos de acuerdo con unas características de un producto y en unas circunstancias establecidas.

Si el modelo se presenta desglosado, nos encontramos con tantas funciones como el producto del número de fases con el número de puestos de trabajo y en la misma secuencia que el proceso productivo, de forma tal que en la primera fase tendríamos:

$$q_{i1k/t} = f_{i1k}(x_{1i1}, x_{2i1}, x_{3i1}, \dots, x_{ni1}, c_{i1}, c_{i2}, e_{11k}, e_{21k})$$

Si consideramos que la producción total es el producto de la velocidad por el tiempo de funcionamiento,

$$x_{i1k} = q_{i1k/t} \cdot t$$

La velocidad de producción en la fase 2, y suponiendo que utiliza como factor o input la producción de la fase 1 será:

$$q_{i2k/t} = f_{i2k}(x_{1i1}, x_{1i2}, x_{2i2}, x_{3i2}, \dots, x_{ni2}, c_{i1}, c_{i2}, e_{12k}, e_{22k})$$

Y si consideramos que en esta fase se disponen de dos puestos de trabajo, esta función presentaría las siguientes ecuaciones:

$$q_{i21/t} = f_{i21}(x_{i11}, x_{1i2}, x_{2i2}, x_{3i2}, \dots, x_{ni2}, c_{i1}, c_{i2}, e_{121}, e_{221})$$

$$q_{i22/t} = f_{i22}(x_{i12}, x_{1i2}, x_{2i2}, x_{3i2}, \dots, x_{ni2}, c_{i1}, c_{i2}, e_{122}, e_{222})$$

donde x_{i11} y x_{i12} es la producción de la fase 1 consumida como recurso en la fase 2, y así sucesivamente.

Por lo que se refiere al análisis y representación de las funciones de transformación, éste deberá hacerse de acuerdo con la metodología *ceteris paribus*, es decir, manteniendo constantes las restantes variables consideradas como *inputs*.

Desde esta perspectiva cabe la posibilidad de definir la actividad potencial o capacidad teórica de la empresa o bien velocidad esperada de proceso con producción heterogénea como una matriz según las variaciones de especificación del producto que

puede ser n-dimensional de acuerdo con las variables del entorno¹⁸⁹ y que se denomina matriz estructurada.

Tabla 6
Matriz estructurada

Producto	Fase 1		Fase 2	
	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 1	Puesto 2
i	e_{11t}	e_{12t}	e_{21t}	e_{22t}
1 ($c_{11}, c_{12}, \dots, c_{1n}$)	$q_{111/t}$	$q_{112/t}$	$q_{121/t}$	$q_{122/t}$
2 ($c_{21}, c_{22}, \dots, c_{2n}$)	$q_{211/t}$	$q_{212/t}$		$q_{222/t}$
3 ($c_{31}, c_{32}, \dots, c_{3n}$)	$q_{311/t}$		$q_{321/t}$	
4 ($c_{41}, c_{42}, \dots, c_{4n}$)	$q_{411/t}$		$q_{421/t}$	$q_{422/t}$

Como se muestra en la tabla, únicamente aquellos puestos que fabrican el correspondiente producto tienen valor, es decir, el producto uno se puede fabricar para las características establecidas en los cuatro puestos, dos de la primera fase y los otros dos de la segunda. Esto no significa que el producto uno necesariamente complete las cuatro fases, ni siquiera que complete las dos, únicamente que se puede fabricar en cualquiera de los cuatro puestos. El producto dos se fabrica en la fase primera y en el puesto dos de la segunda fase, el producto tres se procesa en la fase uno, puesto uno, y en la fase dos, también en el puesto uno. Para terminar, el producto cuatro se fabrica también en la fase uno, puesto uno y en la fase dos, puestos uno y dos.

2.5.3 Propiedades de la función de producción desarrollada

De acuerdo con la necesidad expresada por Healthfield y Wibe (1987) sobre la necesidad de cientos de ecuaciones para conseguir una exacta descripción técnica del proceso de producción y frente a la sencillez de la definición de la función de producción en su planteamiento instantáneo, la definición de lo que hemos dado en llamar función de producción desarrollada en el planteamiento dinámico recoge el rendimiento total de todas las actividades enumeradas en el proceso de fabricación, supeditando el nivel de agregación a las disponibilidades de información, o a la importancia asignada a dicha información desde el enfoque microeconómico.

¹⁸⁹ Aunque pudiera parecer un sistema equivalente al cálculo de costes matricial, en este caso detallamos únicamente factores técnicos, no económicos.

Llegados a este punto es necesario diferenciar el análisis a corto plazo frente al análisis a largo plazo. En el análisis a corto plazo de la producción se prescinde de la secuencia de procesos referidos al tiempo sustituyéndola por el resultado, el output, mientras que el análisis a largo plazo, se mantiene la consciencia de los hechos acaecidos pero imposibilita cambios estructurales, es decir, en los factores fijos y por lo tanto de cambios en la técnica¹⁹⁰. El análisis a largo plazo exige la sustituibilidad perfecta de los factores productivos basándose en la estabilidad de los procesos físicos y químicos de producción, es decir, de la permanencia de las leyes físicas y de las relaciones químicas que condicionan la técnica.

Supongamos que $q_{ijk/t}$ es la velocidad o cantidad de producto por unidad de tiempo de transformación del producto i en el puesto de producción j y la fase k , de acuerdo las características de dicho producto: c_{i1} , c_{i2} , y sean las cantidades consumidas por la misma unidad de tiempo x_{1i1} , x_{2i1} , x_{3i1} , ..., x_{ni1} . La técnica, debido a la razonable imposibilidad de modificación a muy corto plazo¹⁹¹ permanece constante para todas las variaciones de la cuantía de factores de transformación, así como su relación con las variables ambientales y con las especificaciones de las características del producto que se puede procesar. Por lo tanto a cantidades por unidad de tiempo consumidas de x_{1ij} , x_{2ij} , x_{3ij} , ..., x_{nij} para fabricar el producto i caracterizado por c_{i1} , c_{i2} , ..., c_{in} en unas condiciones de trabajo en ese periodo e_{1jkt} , e_{2jkt} , ..., e_{njkt} corresponde, en cada caso, una cantidad de output por unidad de tiempo, y solo una, que denotamos como $q_{ijk/t}$ y que si bien para Chenery¹⁹² se recogen por separado inputs y propiedades en un sistema de ecuaciones, en nuestra investigación tiene la siguiente forma :

¹⁹⁰ Lo que Frisch (1963, p. 26) denomina técnica constante: "*la técnica es constante mientras la(s) relación(es) funcional(es) que expresa(n) la dependencia que existe entre la(s) cantidad(es) de producto y las cantidades de factor permanece(n) invariable(s) [en el caso de una producción múltiple existen varios productos, y por tanto, varias relaciones funcionales]*".

¹⁹¹ Al menos en lo que al factor máquina se refiere. Teóricamente el factor humano puede cambiar la mecánica de trabajo a muy corto plazo.

¹⁹² Siguiendo a Chenery (1949, recogido también en Segura, 1969) las variables de las funciones de producción asumidas desde el ámbito de la ingeniería son:

1. Inputs físicos.

2. Inputs del proceso de producción.

3 Propiedades físicas de los anteriores, de carácter técnico.

Llamando $v_1 \dots v_n$ a las últimas, y $u_1 \dots u_n$ a las dos primeras, las funciones de producción adoptadas por los ingenieros tomarían la forma:

$$u_i = u_i(v_1 \dots v_n)$$

$$p_i = p_i(u_1 \dots u_n)$$

$$q_{ijk/t} = f_{ijk}(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij}, c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$$

Desde la perspectiva empírica, el incumplimiento de la condición de unicidad de la velocidad de proceso en condiciones estables de factores y variables, supone una especificación insuficiente del modelo y por lo tanto errónea.

La enumeración de las propiedades de la función de producción desarrollada es la siguiente¹⁹³:

1) Las relaciones entre output y características del producto así como los parámetros del entorno son propias de cada proceso productivo, siendo imposible su determinación apriorística y ajena a dicho entorno¹⁹⁴.

2) Definidas las características del producto y los parámetros del entorno de proceso en el puesto de trabajo, un aumento en la velocidad de trabajo y por lo tanto de producción de output supone un aumento, generalmente en la misma proporción, en el consumo de factores, es decir, para el primer factor,

$$\text{Si } q_{ijk/2} > q_{ijk/1}, \text{ entonces } x_{1ij/2} > x_{1ij/1}. \text{ (monotonicidad)}$$

3) En el corto plazo y con una técnica disponible, no cabe la posibilidad de sustitución de factores, o al menos no más allá de lo que establecen las proporciones de consumo de la propia operativa de proceso. Desde la perspectiva de fase, más que de puesto, y en un periodo de tiempo mayor sí cabría dicha sustituibilidad, y por lo tanto el establecimiento de las relaciones que llevan a definir la tasa marginal de sustitución técnica entre factores.

4) Relacionado con el anterior, el hecho de no ser sustituibles los factores exige la disponibilidad de todos los inputs que son esenciales en el proceso productivo, es decir, la producción precisa la utilización de cantidades positivas en todos los inputs¹⁹⁵,

¹⁹³ Consiste en la adaptación de las propuestas en el trabajo de Chambers (1988).

¹⁹⁴ Desde nuestra perspectiva, el hecho de que se consideren incontrolados los parámetros del entorno, no significa que no sean determinantes en el proceso productivo, sino todo lo contrario, motivo por el cual determinan y se consideran desde el primer momento en la definición cuantitativa de la función de producción desarrollada.

¹⁹⁵ Chambers amplía esta propiedad recogiendo la imposibilidad de generar output estricto positivo sin recursos escasos, es decir, sin valor, lo que llevaría a una relación del tipo:

$$f_{ijk}(0, c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt}) = 0$$

$$f_{ijk}(x_{1ij}, 0, x_{3ij}, \dots, x_{nij}, c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt}) = 0$$

5) En el análisis dinámico cabe la sustitución de una técnica por otra, lo que lleva a la sustitución de factores o lo que es lo mismo al establecimiento de idénticos niveles de actividad con distintas combinaciones de factores que se recoge en la relación marginal de sustitución técnica. Pues bien, el conjunto de combinaciones de factores que permiten alcanzar un nivel de producción de y (al que denominamos $V(y)$) es cerrado y la relación de factores es constante apareciendo discontinuidades en los cambios técnicos, es decir,

$$V(y) = \{x_{1ij}, x_{2ij} : x_{1ij}^* \geq x_{1ij} \text{ y } x_{2ij}^* \geq x_{2ij}\} \text{ y}$$

$$V^*(y) = n V^*(y) \Rightarrow \{x_{1ij}^* = n x_{1ij} \text{ y } x_{2ij}^* = n x_{2ij}\}$$

dados en ambas relaciones $(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$

6) $f_{ijk}(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij})$ es finita, no negativa, de valor real y único para todo x_{nij} mayor que cero y finito, dados $(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$.

7) $f_{ijk}(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij})$ a efectos de la realidad no es necesariamente continua en todos sus puntos, dados $(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$, ahora bien, si cabe la posibilidad de observar que los estados en los que se puede encontrar dicha función si son continuos, y por lo tanto permite el mantenimiento de la metodología de análisis.

8) $f_{ijk}(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$ es finita, no negativa, de valor real y único para todo c y/o e mayores que cero y finitos, dados $(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij})$.

9) $f_{ijk}(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$ es continua en todos sus puntos, dados $(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij})$.

si bien acepta que en la realidad existen muchos ejemplos de lo contrario, identifica este caso con aquel empresario que "puede producir output en niveles positivos utilizando solo recursos libres, no hay límite para la producción". Ahora bien este caso no es objeto de nuestra investigación por lo que no recogemos dicha propiedad como equivalente en la función de producción desarrollada.

2.5.4 Factores económicos, características del producto y características del entorno

Aunque en un ejemplo previo ya se enumeraron algunos factores y algunas características, consideramos que tienen suficiente importancia como para explicarlas con mayor detalle.

De acuerdo con la Teoría Microeconómica, ya se explicó que los inputs físicos son cantidades de factores necesarias para producir el output. Desde nuestra perspectiva, y teniendo en cuenta que esta variable, el output, en nuestra investigación está considerada como una variable flujo, la velocidad de proceso, asimismo, los factores o inputs están también reflejados como variables flujo. Es la posterior consideración del periodo de transformación la que nos permite llegar a la variable fondo, producción, equivalente a la considerada en las funciones de producción de la Teoría Microeconómica.

Dentro de estos factores estarían tanto cada uno de los tipos de materias primas utilizadas, la necesidad de mano de obra, el consumo de energía (la potencia), gastos de mantenimiento, otros gastos y las instalaciones y maquinarias necesarias. También sería posible recoger dentro del modelo factores exógenos al ámbito productivo y más relacionados con el comercial o de administración.

En cuanto a las características del bien o servicio, si tiene una identidad material obviamente se recogerían sus dimensiones, material o materiales principales con el que se fabrica, características del acabado: resistencia, durabilidad, tratamientos especiales, etc.

Si estudiamos las características del entorno, debemos tener en cuenta la humedad, la temperatura, la iluminación tanto en cantidad como por su tipología, relaciones entre empleados en la formación de equipos de trabajo, la existencia de gases, polvo y olores, incluso a largo plazo sería preciso recoger las relaciones con los sindicatos, estabilidad laboral de los empleados, etc.

En definitiva se trata de recoger todos aquellos factores que pueden afectar al rendimiento del sistema de producción, ya sean escasos o no, y que su conocimiento permite mejorar la eficiencia del proceso en su conjunto.

Eso sí, al igual que en los modelos neoclásicos, la aplicación del cálculo de las relaciones marginales de sustitución entre factores sigue siendo válido en el caso únicamente de los factores económicos, mientras que los parámetros de entorno y de producto no aceptan este tipo de análisis. Asimismo también es aplicable la distinción entre decisiones a corto plazo (ex post) y decisiones a largo plazo (ex ante), o lo que es lo mismo, la tecnología "putty-clay". La diferencia reside en la imposibilidad de aumentar o disminuir el coste de los inputs de capital (inversiones) en el corto plazo. Además, esta asunción implica que existe la posibilidad ex ante de sustituir capital por trabajo (la elasticidad de sustitución no es cero), mientras que ex post (un vez que la inversión está realizada) no cabe la posibilidad de sustituir trabajo por capital¹⁹⁶.

2.5.5 Consideraciones sobre la forma de algunas de las funciones de producción desarrolladas

Siguiendo la Teoría Microeconómica la forma de la función de producción se puede expresar, analíticamente, gráficamente o numéricamente por medio de un cuadro. La representación analítica, que es la que utilizaremos, nos lleva a formas tales como¹⁹⁷:

$$\begin{aligned}x &= 100 \frac{(v_1 v_2 v_3)^2}{v_1^4 + v_2^4 + v_3^4} \cdot \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3} \right) \\x &= 24 v_1 v_2 - 10 v_1^2 - 8 v_2^2 \\x &= a_0 + a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 v_3 + \dots + a_n v_n \\x &= A v_1^{\alpha_1} v_2^{\alpha_2} \dots v_n^{\alpha_n}\end{aligned}$$

En todas ellas la producción en cantidad x se presenta como variable dependiente de una serie de factores v de acuerdo con una relación determinada, la función de producción.

Dicha teoría describe el comportamiento de la función de producción de acuerdo con la variación que experimenta esta ante aumentos en la cantidad disponible de uno de

¹⁹⁶ Healthfield y Wibe (1987), p. 63.

¹⁹⁷ Frisch, 1963, p. 48.

los factores, mientras que el resto permanecen constantes¹⁹⁸. Esta descripción queda recogida en la Ley del Óptimo Técnico (Frisch, 1963, pp. 93 y ss.) con sus dos componentes, las fases de rendimientos crecientes y decrecientes (López y Menéndez, 1989).

En el ámbito de las funciones de transformación representamos la variable flujo, producción por unidad de tiempo, dependiente del flujo de aplicación de factores económicos, pero también de la tipología del producto y de las circunstancias de producción. Por lo tanto se realiza el análisis en dos niveles diferentes, un primer nivel en el que se relacionan características del producto y valores del entorno con la velocidad mediante el análisis *ceteris paribus*, y un segundo nivel, que relaciona la velocidad de consumo de factores con la velocidad de generación de output y que por lo tanto, si se considera el tiempo total de fabricación sería equivalente a las funciones de producción. Es decir,

$$x_{hij} = v(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$$
$$q_{ijk/t} = f_{ijk}(x_{1ij}, x_{2ij}, x_{3ij}, \dots, x_{nij},)$$

Por lo tanto, la velocidad del proceso es dependiente de las variables de entorno y de producto:

$$q_{ijk/t} = v(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}, e_{1jkt}, e_{2jkt}, \dots, e_{njkt})$$

Y este determinismo entre factores y producto final exige el análisis cruzado entre variables económicas (factores) y no económicas (entorno y producto), o lo que es lo mismo entre velocidad de proceso y variables no económicas.

En definitiva, son asumibles las formas funcionales recogidas en la tradición microeconómica y a las que haremos, en algún caso, una breve referencia¹⁹⁹:

¹⁹⁸Supuesto el aumento del factor no limitativo, es decir, el que viene condicionado por las decisiones estratégicas de la empresa.

¹⁹⁹ Se puede ampliar el cocimiento de estas curvas en los trabajos de Frisch (1963), Shephard (1970), Healthfield y Wibe (1987), Hay y Morris (1990) e Intriligator *et al.* (1996).

2.5.5.1 Función Cobb-Douglas

Es la más ampliamente conocida como función de producción²⁰⁰. Utiliza relaciones logarítmicas, por lo tanto no lineales, para relacionar factores con producción. Presenta la forma:

$$x = A v_1^{\alpha_1} v_2^{\alpha_2} \dots v_n^{\alpha_n}$$

Con la limitación de que la suma de los exponentes $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ debe ser la unidad, definitoria de la elasticidad o lo que es lo mismo, de la existencia de rendimientos crecientes, decrecientes y constantes a escala entre factores y productos.

2.5.5.2 Función CES

Cuarenta años posterior a la función Cobb-Douglas, presentada por Arrow, Chenery, Minhas y Solow como la función de Elasticidad de Sustitución Constante. En el caso de múltiples inputs presenta la forma:

$$q = (a_0 + \sum_{j=1}^n a_j x_j^p)^{1/p}$$

Fruto de una investigación sobre 24 industrias de diferentes países dirigida a comprobar la restricción de la suma unitaria en la función Cobb-Douglas, comprobaron que esta no era adecuada para explicar el comportamiento de estas industrias.

2.5.5.3 Función Translog

Debido a que la función CES es una evolución natural de la Cobb-Douglas, queda pendiente una función de producción cuya elasticidad de sustitución

²⁰⁰ En concreto, recomendamos el trabajo de Walters "Production and cost functions: an econometric survey" publicado en *Econometría* en 1963 en el que desarrolla la función Cobb-Douglas y recoge una serie de trabajos representativos de su aplicación.

cambiase con el output y/o las proporciones de inputs. Su forma general es la siguiente:

$$\log q = \log \gamma_0 + \sum_i \alpha_i \log v_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \log v_i \log v_j$$

En cuanto a la posibilidad de agregar funciones de transformación, el caso de la función Cobb-Douglas, únicamente funciona de manera correcta mientras que la participación del factor trabajo sea constante.

2.6 IMPLICACIONES EN EL PLANTEAMIENTO EMPÍRICO DE LA INVESTIGACIÓN.

La evolución observada en el mercado y sus implicaciones en la producción, y por lo tanto en los sistemas de información para la gestión, hacia producciones en tamaños de lotes menores y con mayor diversidad supone un problema para los procesos de decisión, implicando cambios en los planteamientos sobre las técnicas y procedimientos de dichos procesos.

El proceso de presupuestación periódico del subsistema productivo ha perdido influencia en el presupuesto maestro, a favor de unos procesos de planificación y sobre todo de control a corto plazo, que permiten hacer un seguimiento y en su caso la rectificación de los sucesivos cambios que se producen en la planta.

El sistema de información debe recoger datos sobre todas aquellas variables contingentes que afectan a los distintos procesos dentro del ciclo de vida del producto, considerando el tiempo como variable prioritaria en la explicación de procesos ya que permite la homogeneización de las distintos parámetros que afectan tanto al producto o mercado, como a la propia organización.

Esta consideración del tiempo en general, y en concreto del tiempo de producción junto con el cambio producido en este siglo alrededor de la satisfacción del cliente, materializados en los modelos de organización orientados hacia la calidad, supone una mejora final en el coste de producción y por lo tanto de los resultados aumentar el

conocimiento de las relaciones causa-efecto. El control estadístico de procesos y la gestión de la calidad total son dos buenos ejemplos.

La primera explica las variaciones producidas a pie de fábrica en la producción obtenida frente a la planificada, sobre todo en los aspectos cualitativos, aunque también cuantitativos. La segunda tiene una implicación inmediata sobre la cuenta de resultados al suponer una mayor racionalidad en el consumo de recursos, entre ellos el tiempo.

Por otro lado, el deseo de explicar en detalle las variaciones en los procesos, nos ha llevado a retomar las funciones de producción microeconómicas, que ya planteadas desde la perspectiva de la ingeniería, sin embargo, no habían sido desarrolladas y que desde la perspectiva de nuestra investigación proveen de una sólida base teórica a la Contabilidad de Gestión, y la complementan.

Una vez determinadas las funciones de producción para cada lugar de actividad, nuestra orientación plantea la definición de las curvas de costes o funciones de coste con la finalidad de, por un lado explicar las interacciones entre el coste de factores y el coste del producto final, y por otro la capacidad de realizar estimaciones con un grado de fiabilidad suficiente, basadas tanto en las características del producto (funciones de costes paramétricos) como en las variables del entorno.

CAPITULO 3

DEFINICIÓN Y DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN BASADA EN EL TIEMPO

3.1 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CONTABLE: FICACIA, EFICIENCIA, ECONOMÍA Y SENCILLEZ (3E+S)

En este capítulo se propone una solución al problema de trabajar en entornos con múltiples productos y diferentes circunstancias, en el ámbito de la Teoría de Contingencias. Esta solución consiste, como hemos señalado en la Presentación de la Tesis, en el diseño de un sistema de información contable fundamentado en la gestión basada en el tiempo, de forma tal que, en primera instancia, provea de asistencia en la toma de decisiones al directivo encargado de tareas de producción, y en segundo lugar al directivo encargado de cuestiones comerciales y de administración.

Comenzaremos por definir las características cualitativas del sistema de información contable y las relacionaremos con las formas de organización de la producción basadas en las nuevas tecnologías, para centrarnos finalmente en las fases del modelo en sus dos vertientes: la técnica y la económica, que nos orientará en su implantación.

Enlazando con lo expuesto en el capítulo 2 debemos señalar que si bien el control estadístico de procesos va dirigido en su origen al control de la calidad final del producto, una forma de presentar esta finalidad, basada en una tecnología estable es la determinación de las funciones de producción como expresión del resultado de la combinación de factores por unidad de tiempo. Se trata, en definitiva, de explicar las posibilidades de cálculo de las elasticidades de sustitución, así como la relación marginal de sustitución técnica.

Al efecto, ya se desarrolló una línea de investigación en Teoría Microeconómica que, con su origen en los trabajos de Leontief sobre el análisis *input-output*, define las curvas de producción desde una perspectiva práctica a partir de los datos de ingeniería (Smith, 1957; Christ *et al.*, 1963; Walters, 1963; Eide, 1979). Además, desde la ingeniería industrial existe la identificación de distribuciones estadísticas en los procesos productivos (en lo relativo a comportamiento de las averías véase el trabajo de Law, 1990).

Con base en la fundamentación teórica de los trabajos anteriores redefiniremos las funciones de producción para adecuarlas a la realidad caracterizada por la diversidad causa-efecto como paso previo a su evaluación para una toma de decisiones eficaz y eficiente.

Esa redefinición de la función de producción es el elemento nuclear del modelo que proponemos por lo que de su acierto dependerá su éxito.

Una vez determinada la forma de las funciones de producción, haremos frente al problema de la valoración de recursos consumidos, es decir, los costes de producción. En concreto, hablamos de las funciones de costes, que se identifican con la aplicación del modelo de costes directos en la teoría neoclásica de costes de producción.

En resumen, proponemos un sistema de información contable con una estructura dual, básica para el diseño e implementación de un modelo de costes estándares. Como también indicamos en su momento, el modelo tiene una clara vocación de generalización, aunque en esta primera etapa de nuestra investigación vamos a implantarlo, tal y como se recoge en el capítulo 4, en dos empresas con actividad industrial, caracterizadas por la utilización de maquinaria para la generación de valor²⁰¹ y con un sistema informáticamente centralizado para la recogida y tratamiento de la información sobre la producción.

En todo caso, no podemos perder de vista que conforme a los objetivos de la empresa, la planificación de la actividad de producción tiene su continuidad en la programación de la producción (tiempo) y, por su parte, el modelo de costes debe asumir las variaciones en la programación transformándolas en valores mediante la consideración de la evolución de la carga de trabajo de los factores.

3.2 CONDICIONES BÁSICAS DEL MODELO: EFICACIA, EFICIENCIA, ECONOMÍA Y SENCILLEZ

A las tradicionales tres E: eficacia, eficiencia y economía, exigibles a un modelo de gestión, y por ende al sistema de información contable que lo sustenta, consideramos

²⁰¹ En contraposición a las actividades en las que el personal, con su actividad, es el generador de valor, lo que plantea problemas diferentes a la hora de recoger los datos.

que debe añadirse la S de sencillez, entendida en el sentido de tener el grado de desarrollo suficiente, y no más, para permitir recoger, procesar y comunicar datos sobre la realidad, diversa y compleja, de forma que sea útil a los distintos usuarios-decisores.

Además, el modelo propuesto debe ser sencillo por la necesidad de realizar un control eficaz y flexible del mismo, lo que lleva a rechazar soluciones excesivamente complejas que impedirían su aplicación en un caso real al encontrar casi seguro la oposición de los responsables de las empresas²⁰².

Ahora bien, en el primer capítulo hemos distinguido entre dos tipos de complejidad, la relativa a formulación del modelo como solución propuesta y la referente a la operatividad del mismo. En relación a la primera existen evidencias empíricas que demuestran que el hecho de aumentar la complicación en el diseño de los modelos no lleva necesariamente a mejores soluciones, ya que si consideramos el criterio lógico y racional del decisor, éste le hace en la práctica aplicar técnicas que se pueden considerar simples y poco realistas, a pesar de que la extensa literatura le recomendara alternativas a sus problemas que parecerían más realistas y por ello más complejas (Scapens, 1984).

En el segundo caso, la utilización de los sistemas informáticos permite que el funcionamiento del modelo sea sencillo, al suministrar la información necesaria en la cantidad y en la forma adecuadas con el mínimo esfuerzo por parte del decisor, puesto que una vez validado el modelo y mientras las circunstancias de la producción permanezcan estables, éste no precisa de un conocimiento detallado y permanente de su funcionamiento.

El análisis coste-beneficio de los modelos de decisión en lo que a su complejidad relativa se refiere ha sido llevado a cabo por Stallman (1972), Klammer (1972 y 1973), Anthony (1973), Sundem (1974), Magee (1976) y Kaplan (1977). En concreto, en el estudio de Magee se proponen siete modelos de investigación distintos que van aumentando de complejidad, llegándose a la conclusión de que *"el análisis de simulación sugirió que aumentar la complejidad de los modelos produjo apenas o en*

²⁰² Básicamente la complejidad equivale a desconocimiento, que se elimina o reduce con tiempo de análisis. En ocasiones no se puede dedicar por parte del responsable tiempo suficiente para el control de tareas no prioritarias (como puede ser la implantación de un sistema por un tercero ajeno a la empresa) por lo que la complejidad se convierte en recelo.

absoluto beneficio alguno en el sentido de minimizar costes". Magee dedujo que no existía evidencia concluyente de que un gerente que utilizase un modelo sencillo estuviese tomando una decisión incorrecta debido al limitado alcance del modelo. De hecho, en la situación opuesta, es posible tomar decisiones incorrectas pese a contar con modelos complejos. Por otro lado, los costes añadidos de estimar los parámetros y resolver el problema de decisión pueden pesar más que los potenciales beneficios derivados de un modelo complejo (citado en Scapens, 1984, p. 51).

Ahora bien, Magee hace referencia al gerente²⁰³ como destinatario último del modelo y, por lo tanto, quien solicita sistemas sencillos de ayuda a la decisión. Desde nuestra perspectiva, entendemos al igual que Magee, que no hay un decisor único en el sentido de que el gerente o director general no es el único que toma decisiones apoyándose en el modelo. Existen en una empresa industrial dos ámbitos bien diferenciados, el interno y el externo, y el director general normalmente en estos tiempos hace que el gerente sea más "comercial" que "fabricante", aunque tiene conocimiento de los dos, está más vinculado hacia el último aunque no le exima del conocimiento adecuado de los procesos que se llevan a cabo en la empresa, eso sí, siempre bajo el asesoramiento del responsable técnico del departamento o de la sección.

De una cosa no cabe duda y es que los sistemas de producción actuales, sin fijar el horizonte más allá de los factores tecnológicos y del mercado, son sistemas complejos puesto que la diferenciación ha buscado la aplicación de nuevas tecnologías y por lo tanto existe un umbral de complejidad que es insalvable. Cuando exigimos al modelo sencillez es debido a que no debe aumentar la complejidad existente en el entorno productivo (pero sí recogerla y explicarla), pero además, debe ser capaz de suministrar información de manera sencilla a toda la organización, por lo tanto, el gerente solicitará información económica y técnica, más económica que técnica, y el responsable del departamento o sección solicitará información técnica y económica, eso sí, más técnica que económica.

Indudablemente, es necesario encuadrar la investigación que realizamos en el ámbito del paradigma de la Economía de la Información, por lo que el coste de recogerla, procesarla y distribuirla no puede ser superior a los beneficios de utilizarla,

²⁰³ Consideramos que la referencia al término inglés "*manager*" es directivo en general, no sólo para referirnos al director general.

aunque sean subjetivos para los decisores, posibilitada por el desarrollo de las tecnologías de medición y los microordenadores.

3.3 DISEÑO GENERAL DEL MODELO

Para concretar el ámbito de nuestra investigación, nos hemos centrado en las actividades de producción en las que se obtienen productos a partir de factores; no consideramos las fases de diseño, selección de materiales ni logística, y por lo tanto mantenemos abiertas puertas para investigaciones futuras en lo que a metodologías de medición y sistemas de proceso de información se refiere.

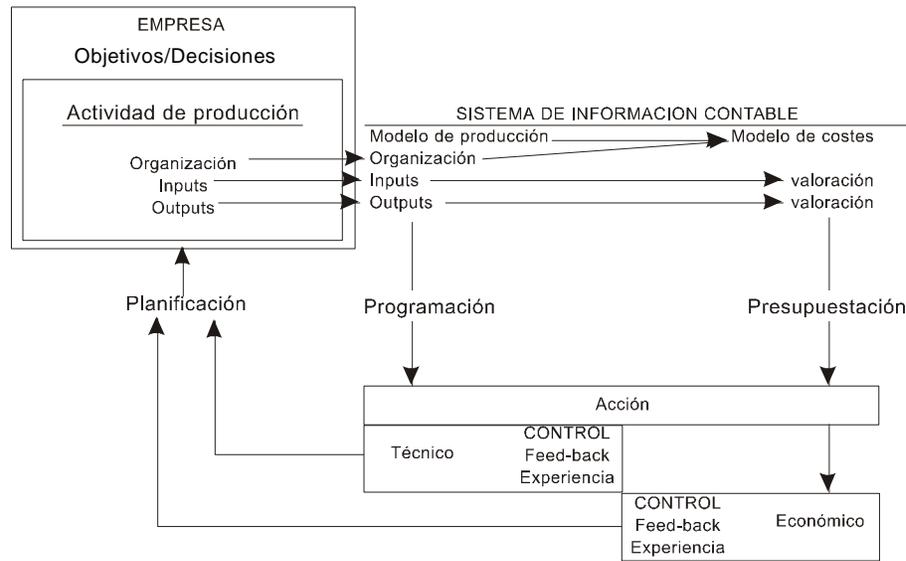
En esencia, debemos ofrecer un modelo que sea capaz de soportar en el ámbito productivo la demanda de información, al menos, relativa a (Blanco Dopico, 1994, p. 32):

- 1) Conocer, lo más exactamente posible, los consumos realizados o previstos para conseguir un producto.
- 2) Medir y valorar la producción.
- 3) Medir la productividad de la empresa por elementos o grupos de elementos de la misma.
- 4) Establecer y controlar previsiones.
- 5) Prever y comprobar los resultados de la empresa.
- 6) Distribuir equitativamente el producto bruto entre los factores.
- 7) Establecer comparaciones para el grado de eficiencia logrado por las distintas secciones de una empresa en tiempos distintos, o de una empresa en relación con otras.
- 8) Poder decidir la política de ventas de una empresa y las variaciones a establecer en los programas de producción según las situaciones esperadas de mercado.

Para alcanzar estos objetivos planteamos un modelo o sistema de información contable que tal y como se muestra en la figura 20 observe a la organización como un conjunto de objetivos diferenciados y por lo tanto de decisores que llevan a cabo una actividad de producción basada en una estructura u organización que a partir de unos *inputs* o factores, obtiene unos *outputs* o productos que vende en el mercado a cambio de un precio, que puede ser asumido o establecido por la empresa.

El sistema de información contable debe recoger en el modelo de producción tanto la organización como los *inputs* y los *outputs* y representar fielmente los hechos que acontecen en el proceso productivo. Esta representación será fiel cuando sea capaz de explicar suficientemente al decisor qué es lo que ocurre en cada una de las potenciales circunstancias que se pueden plantear, definiendo límites, fortalezas y debilidades.

Figura 20
El sistema de información contable propuesto



Fuente: elaboración propia

Hasta aquí el planteamiento se realiza desde la perspectiva técnica, es decir, planificados los objetivos, definidos los productos y las cantidades a fabricar se establece la programación, que puede ser general (si se establecen las cantidades a fabricar, la fecha de inicio y de final) o detallada (si además de fecha de inicio y de final, se consideran las cantidades a fabricar por fracción de tiempo en cada etapa de producción). Esta vertiente técnica se complementa con el control de la producción, tanto físico (cantidades, calidad) como temporal (fecha de finalización).

A partir del modelo de producción y de la estructura de la organización se procede en una segunda etapa a la valoración de *inputs* y *outputs* mediante un proceso de agregación y de acuerdo con un modelo de costes a establecer²⁰⁴, lo que permite la

²⁰⁴Al tratarse de un proceso de agregación, al mismo tiempo que se obtienen costes de productos, si el modelo es orgánico obtenemos los costes de cada una de las fases, secciones, actividades, etc.

preparación de presupuestos para los clientes y proveer de información útil al proceso presupuestario de la empresa.

Al igual que en el caso del control técnico, el control económico mediante los sucesivos bucles permite una actividad de *feedback* y por lo tanto de aprendizaje o experiencia respaldados por información económica y técnica real sobre la empresa y sobre las operaciones que la componen. Por lo tanto es importante el control continuo, en su doble faceta técnica y económica, ya que garantiza la validez del modelo así como su vigencia mediante la actualización permanente.

Aunque hasta no hace mucho el planteamiento de este modelo u otro parecido sería imposible debido a la elevada cantidad de información que se precisa. Afortunadamente, en la actualidad, ayudados por la tecnología se ha superado dicha barrera, la metodología que proponemos es aplicable en forma de sistemas, que integrados o no, ayudan a la decisión en el ámbito de la fabricación.

Bien es cierto que aunque el concepto de sistemas de información para la gestión (*Management Information Systems*) es de la década de los sesenta, algunos autores como Scheer (1988) consideran como causa de su escaso éxito la falta de lenguajes de consulta accesibles para el usuario y de sistemas de bases de datos operacionales comprensibles para proveer datos a los decisores.

Su formalización actual va desde un modelo global como el *Computer Integrated Manufacturing* a un modelo más sencillo, el *Decision Support System*. Esta última formalización es la que utilizaremos en el modelo propuesto.

3.3.1 El control técnico como elemento clave del modelo

Debido a que el planteamiento se realiza desde la perspectiva de la Economía de la Información, su generación y proceso tiene un coste, por lo tanto, y refiriéndonos a los procesos de transformación será necesario establecer los datos a seleccionar, el objeto de la medición. Así Simons (1999, p. 62) indica que "*el directivo puede elegir entre recoger información sobre los inputs, el propio proceso o los outputs. De hecho debe elegir entre estas tres categorías para determinar donde dedicará su atención para asegurar que los bienes y servicios se producen de acuerdo con las expectativas*". Pero

la decisión de qué medir vendrá determinada por las circunstancias en que se realiza el proceso y las limitaciones para su control, elementos ambos que resumimos en la siguiente tabla.

Tabla 7
Factores para la determinación de control de *inputs*, procesos o *outputs*

CONTROL DE <i>INPUTS</i>	CONTROL DE PROCESOS	CONTROL DE <i>OUTPUTS</i>
Cuando es imposible controlar los procesos o el <i>output</i> (p.e. se controlan los <i>inputs</i> como último recurso).	Cuando los procesos pueden ser observados y/o medidos.	Cuando los <i>outputs</i> pueden ser observados y/o medidos.
Cuando el coste de los <i>inputs</i> tiene importancia relativa para valorar los <i>outputs</i> (p.e. utilización de materiales preciosos en la fabricación de circuitos electrónicos).	Cuando el coste de medir/controlar el proceso es bajo.	Cuando el coste de medir/controlar el <i>output</i> es bajo.
Cuando es importante la calidad y/o la seguridad.	Cuando la estandarización es crítica para lograr la seguridad y/o calidad.	
	Cuando se entienden las relaciones causa-efecto.	Cuando no se entienden bien las relaciones causa-efecto.
	Cuando la patente de los procesos o su mejora puede ser una ventaja estratégica.	Cuando se desea libertad para innovar.

Fuente: Simons, 1999, p. 67.

Generalmente la recogida de información sobre los factores productivos no suele ser determinante en sí misma, sino para relacionarla con información sobre *outputs* o procesos siendo lo normal dedicar el mayor esfuerzo al control de *outputs* y procesos. Sólo en los procesos en los que el nivel de calidad del producto requiere unos *inputs* con unas características específicas, o que tienen un elevado precio, se realiza un control y por lo tanto una recogida de información (por ejemplo, las empresas que disponen de certificación de calidad y trabajan con materias primas naturales, o que sus suministradores no disponen de esta certificación).

La consideración del coste de la información lleva a evitar sistemáticamente la recogida de información por dos mecanismos diferentes si el resultado alcanzado en ambas está demostrado que es el mismo, así como la realización de mediciones en las situaciones en las que, independientemente del conocimiento del decisor sobre los *inputs*, los procesos o los *outputs*, la incertidumbre sea escasa. En relación con la

elección del mecanismo, se pueden considerar cuatro criterios para hacer la elección (Simons, 1999, p.62):

- 1) Posibilidad técnica de medir y controlar.
- 2) Comprensión de las relaciones causa-efecto.
- 3) Costes.
- 4) Decisión sobre el nivel de innovación.

Los directivos deben ser conscientes de la posibilidad no solo de observar el proceso directa o indirectamente, sino además, de medirlo así como de medir los resultados. Según las circunstancias, esto último será posible y en otros no. Por ejemplo, en una panificadora es medible y perfectamente controlable el proceso así como los resultados de la fabricación de pasteles, mientras que en el caso de una piscifactoría se plantea como problema la simple cuestión del recuento de los alevines (*output*) de apenas un centímetro de longitud en movimiento en un estanque, no obstante, es necesario tener en cuenta que hay ocasiones en las que la tecnología supera las dificultades y permite, por ejemplo, disponer de sistemas capaces de realizar dicho recuento automáticamente.

Los gestores pueden decidir controlar únicamente los resultados si es posible medir la generación de productos o servicios con exactitud y ante la imposibilidad de observar y controlar los procesos de producción durante su ejecución. El planteamiento de nuestra investigación propone la búsqueda de sistemas de medición y control que faciliten dichas observaciones.

Pero, incluso cuando sea posible la observación directa de los procesos, puede aparecer la incertidumbre por ser incomprensibles las relaciones causa-efecto que llevan a un resultado deseado, por lo que la búsqueda de esa relación lleva a redoblar los esfuerzos y aumentar el coste en los procesos de medición y observación tanto de procesos como de resultados, y la búsqueda de relaciones entre ellos ya que por si mismas las mediciones no soportan ninguna explicación válida.

Por lo que se refiere al coste, según Simons (1999), su análisis lleva a la determinación de dos componentes: el coste de generar y procesar información, y la posibilidad de pérdidas y daños resultantes de no generar la información. Los últimos

dependen de la importancia de asegurar los resultados deseados y el coste del control de los *outputs* es, por regla general, inferior al del control del proceso.

Podemos resumir las ideas expresadas hasta el momento en la tabla 8.

Tabla 8
Conocimiento del proceso productivo y necesidad de información

Incertidumbre generada	Relación causa-efecto clara	Relación causa-efecto oscura	Coste del control
Alta	Controles y mediciones optimizados. $Output = Input_1 + Input_2 + \dots + Input_n$	Controles y mediciones por exceso. $Output = f(inputs) + \epsilon$	Alto
Baja	Control mínimo de <i>outputs</i> .	Control mínimo de <i>outputs</i> y procesos.	Bajo

Fuente: elaboración propia a partir de Simons, 1999.

Ahora bien, existe una relación inversa entre control (mediciones) e innovación espontánea ya que prima la eficiencia sobre la posibilidad de realizar ensayos directamente en el proceso productivo. En consecuencia, si los responsables desean garantizar unos niveles mínimos de calidad, elegirán el control cuidadoso de los procesos mediante la estandarización de los procedimientos de trabajo y la exigencia del cumplimiento de dichos procedimientos, impidiendo la aplicación de la metodología prueba y error²⁰⁵. En estos casos la innovación, que también necesita de información, quedará en manos de ingenieros y especialistas, pero fuera del proceso productivo con finalidad comercial, es decir, se trata de investigación de laboratorio.

Esta relación entre información e innovación, es decir, la investigación con la finalidad de alcanzar mejoras técnicas, ha llevado en los últimos tiempos a mejorar los sistemas de información en los procesos productivos, lo que, a su vez, supone una mejora en la eficiencia de los sistemas de información que permiten nuevos adelantos tecnológicos.

²⁰⁵ En realidad, Simons (1999, p. 65) dice: "Si los managers desean limitar la innovación, elegirán el control cuidadoso del control de procesos mediante la estandarización de los procedimientos de trabajo. ¿Por qué pueden desear los managers limitar la innovación? Porque existen con frecuencia importantes razones relativas a calidad, eficiencia y seguridad. Cuando la calidad es una consideración importante, existe siempre el riesgo de que los empleados puedan introducir inputs de baja calidad, o los servicios pueden no ser realizados con el nivel de ejecución deseado". Pensamos que es un planteamiento que si bien es lógico cierra completamente este tipo de innovación.

Sin duda alguna estos cambios tecnológicos vienen motivados por los cambios en el mercado, y tal y como se explicó anteriormente, ante la exigencia de estrategias de economías de alcance, el óptimo es conseguir fabricar por pedidos al coste de fabricar en serie²⁰⁶. Para lo cual se introdujo el concepto de Fabricación Flexible como el máximo nivel de automatización en el que se pueden hacer cambios de tipología de productos con una mínima intervención humana, es decir, sin la necesidad de predeterminedar todas las situaciones en las que se va a encontrar el proceso, lo que lleva a un ahorro de tiempo en programación de la producción derivado de la auto-adaptabilidad.

Estos sistemas están basados en la mejora continua de los procesos de control, materializada en su automatización, que desde la sustitución de los antiguos armarios de relés con sistemas microelectrónicos han evolucionado hacia sistemas semi-inteligentes. Un controlador de procesos es (Bonetto, 1988, p. 13) *"un sistema electrónico con una unidad central de procesos idéntica a la de un microordenador, comprendiendo una memoria que puede ser programada por el usuario y adaptada para el almacenamiento de instrucciones que realizan funciones tales como el cálculo en lógica secuencial y combinatoria, control de tiempos, recuento, cambios, comparaciones, cálculos aritméticos, ajustes, servo control, regulación, etc."*

Este tipo de sistemas está compuesto generalmente de tres elementos principales: un sistema de fabricación, un sistema de manipulación y un sistema de control, siendo su finalidad el control, la medición o la comprobación, utilizando módulos, de los distintos tipos de máquinas o procesos en el entorno industrial para los que están adaptados. Se encuentran instalados directamente sobre los sistemas productivos así como en los armarios de control para la supervisión de los enlaces entre sistemas. Además, tienen la ventaja de que una vez instalados en el entorno adecuado, por norma general, únicamente requieren para su mantenimiento el control de la temperatura del entorno de funcionamiento mediante una adecuada ventilación.

Sus primeras aplicaciones en las fábricas datan de la década de los sesenta y su utilización se hizo general en los setenta. Los fabricantes desarrollaron rápidamente tarjetas de conexión en serie permitiendo el diálogo con sistemas de procesamiento de datos de elevado nivel. Su especificidad les hace de especial interés para el control de

²⁰⁶ Fabricar una única unidad de cada tipo de producto con el coste de fabricar todas las unidades de un único tipo de producto.

máquinas de control numérico puesto que no requieren modificaciones del programa mediante la descarga remota. Los actuales desarrollos de estos sistemas tienden a acercarlos a los microordenadores mediante el aumento de su capacidad de cálculo y simplificando su programación. Permanecen diferenciados sin embargo, debido a su relativa simplicidad, y su potencial uso con una gran cantidad de entradas-salidas (*inputs-outputs*), lo que permite su aplicación industrial.

Debido a la dificultad de su justificación, desde la perspectiva de la eficacia en el coste²⁰⁷, la aplicación de sistemas completamente automatizados puede hacerse con distintos niveles de intervención de la tecnología de la información en los procesos productivos: desde la fabricación integrada por ordenador a los sistemas de ayuda a las decisiones, estos últimos más sencillos.

3.3.2 La fabricación integrada por ordenador (*Computer Integrated Manufacturing, CIM*)

Por lo que se refiere a la fabricación, la innovación tecnológica ha posibilitado el desarrollo de metodologías integradas de fabricación por ordenador (*Computer Integrated Manufacturing*) como resultado en la integración de sistemas de información aplicados a facetas diferentes de los procesos productivos, es decir, de la intervención de microordenadores en una arquitectura informática industrial con presencia en cada una de las etapas de fabricación de un producto, desde su diseño hasta su verificación de calidad y su expedición.

El concepto aparece en las directrices *Integrated Computer Aided Production* que datan de 1979, y fueron emandas de un proyecto promovido por el Departamento de Defensa de los EE.UU. refiriéndose a él como: "*CIM es una arquitectura para la integración de tecnologías múltiples a través de la tecnología de los sistemas de*

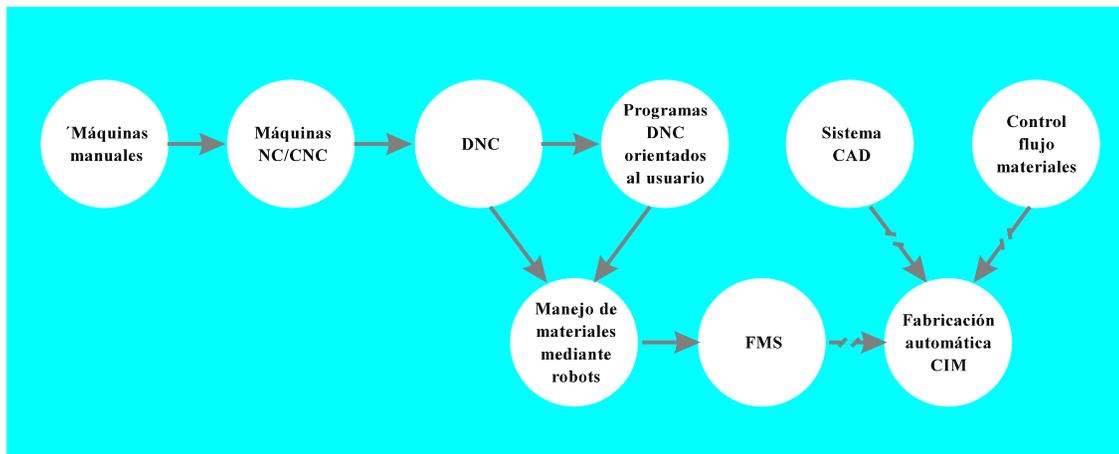
²⁰⁷ Según Bonetto (1988, p. 34), "*existe un fenómeno operativo invisible que determina si, para medios de producción equivalentes y el mismo número de trabajadores, una operación será o no beneficiosa. La productividad no es solo una cuestión de máquinas avanzadas. Igualmente es importante saber cómo utilizarlas al máximo y durante el mayor tiempo posible, mientras que se asegure la máxima saturación de los recursos productivos. La sencillez de este argumento contrasta con la complejidad de su aplicación a sistemas con cientos de máquinas y miles de operaciones, debido a que la estimación de métodos y la organización no son ciencias exactas, e incluso una ligera imprecisión al principio puede tener un importante efecto acumulativo sobre los resultados finales*".

información. Su propósito es ayudar a la Dirección, a todos sus niveles, a conseguir las metas y objetivos de la empresa".

Desde la perspectiva de la Contabilidad de Gestión, este desarrollo ha supuesto un reto tal y como se ha recogido en los trabajos de Berliner y Brimson, (1988), Bromwich y Bhimani (1989 y 1994), Jaikumar (1990) y Kaplan (1990b), entre otros.

Al igual que los procesos de automatización de la producción han evolucionado desde las máquinas manuales hasta la fabricación automática, recogiendo en cada etapa un mayor número de actividades productivas o no (ver figura 21), los sistemas de información empresarial tendrían que haber evolucionado paralelamente a ellos. Pero esto no ha sido así, si bien se ha cubierto una carencia importante con la aplicación de los sistemas basados en actividades.

Figura 21
Etapas en la evolución hacia la fabricación integrada



Fuente: Taylor, 1983 en Fernández Sánchez, 1993, p. 210.

Con la formación en 1986 del *Computer Aided Manufacturing -International Inc.*²⁰⁸ se planteó la respuesta de la Contabilidad de Gestión a los avances observados en

²⁰⁸ El CAM-I estaba constituido por un consorcio "de organizaciones industriales progresistas, despachos profesionales de contabilidad y agencias gubernamentales con el objetivo de definir el papel de la gestión de costes en el nuevo entorno. El objetivo de la coalición era proveer un foro internacional donde los expertos en contabilidad de costes pudieran compartir sus ideas y experiencias y consolidar sus conocimientos sobre las prácticas que habían tendido un éxito demostrado en los entornos

el ámbito de la fabricación, consecuencia de la materialización de las mejoras en la ciencia de gestión y los ordenadores en la aparición de nuevos productos, reducciones de costes y mejoras en la eficacia y eficiencia por la automatización, mayores niveles de calidad, mejoras en los servicios al cliente y una reducción en los tiempos de entrega. La explosión tecnológica, el acortamiento del ciclo de vida de los productos, la mejoría en los flujos de los procesos, la utilización de redes de área local (*Local Area Network*), y las tecnologías integradas de fabricación habían tenido un efecto demoledor en los sistemas de gestión de costes (Berliner y Brimson, 1988, p. 21) y en la evaluación de nuevas inversiones y del rendimiento de dichas tecnologías (Bromwich y Bhimani, 1989), al perder en general relevancia debido a la insuficiencia de su *output* y en particular por el cambio dramático en los factores productivos que supusieron un aumento en la importancia relativa de los costes fijos.

En sus comienzos, el estudio de la adaptación de la Contabilidad de Gestión a estas nuevas tecnologías se realizó desde una doble perspectiva:

- La japonesa, con una mayor experiencia en la automatización de procesos, la Contabilidad de Gestión estaba conectada con la gestión estratégica de la empresa, con una mayor orientación hacia el largo plazo, hace hincapié en la calidad como factor determinante, completa la información financiera con datos de producción e ingeniería y es una herramienta de motivación para los empleados de acuerdo con las mencionadas estrategias a largo plazo.

- La occidental, más condicionada por el declive industrial de la década de los setenta y el control jerárquico, en la que tiene más peso el cálculo de costes con destino a los informes financieros y la orientación temporal de los resultados es en un plazo más corto.

Para nuestra investigación cabe resaltar una de las críticas de Berliner y Brimson, y es que *"al emigrar las compañías a un entorno CIM, la necesidad de datos de tiempo real debe ser considerada frente al aumento del coste de la información. El fracaso en la actualización del sistema de gestión de costes para que soporte el proceso automatizado degradará la eficiencia de todo el proceso"*²⁰⁹. Es decir, la utilización de metodologías avanzadas de fabricación y nuevas tecnologías exigen paralelamente el desarrollo de sistemas de información adecuados.

automatizados". El estudio se elaboró en tres fases: diseño conceptual (1986), diseño de sistemas (1987) e implementación (1988) (véase Berliner y Brimsom, 1988, p. vii).

²⁰⁹ *Op. cit.* p. 31.

La era de la fabricación integrada por ordenador comenzó sólo dos décadas después de la aplicación de las máquinas de control numérico, logrando el potencial suficiente para automatizar el proceso productivo de comienzo a fin -desde la carga de las máquinas, hasta los cambios, preparación y manejo de herramientas a descargar los productos procesados-.

Un sistema *CIM* es una configuración controlada por ordenador de estaciones de trabajo semi-independientes, conectadas por sistemas de manejo de materiales automático, diseñado para fabricar eficientemente más de un tipo de piezas desde volúmenes bajos a medios (Jaikumar, 1990, p. 202).

El hecho de disponer de ordenadores conectados es condición necesaria pero no suficiente²¹⁰, la *CIM* requiere que todos los ordenadores estén conectados a un solo nivel lógico, es decir, "*que desde cualquier terminal de un sistema se pueda acceder a cualquier otro sistema de la red*"²¹¹. En definitiva, "*CIM significa integrar la comunicación utilizando múltiples ordenadores si fuese necesario, pero como si de uno solo se tratase. En un sentido opuesto, NO CIM sería departamentar las aplicaciones funcionales en uno o más sistemas que estén comunicados integralmente, pero no 'integrados' en un Sistema Común de Gestión*", (Soler, 1991, p. 436).

Las características destacables de un *CIM* son: a) la integración de todas las funciones organizativas relacionadas con la fabricación, lo que incluye la comercialización, entrada de pedidos, diseño, planificación, control de existencias, operaciones, control de calidad y fabricación, la utilización de una base de datos o un conjunto de bases de datos comunes para todas las funciones, y c) conexión de las distintas funciones a través de una red de comunicaciones²¹².

Los componentes del *CIM* son:

²¹⁰ No obstante, la fabricación integrada por ordenador constituye una tendencia, más que una realidad, pues, como apunta Gold (1983, p. 46), "*las posibilidades reales de la tecnología de fabricación con computadora no residen en su uso a modo de máquinas herramienta, quizás más fantásticas que las habituales, insertadas en un punto del proceso de producción y sin afectar al resto del proceso; antes al contrario, residen en su capacidad para integrar las operaciones adyacentes entre sí y con los sistemas globales de control*".

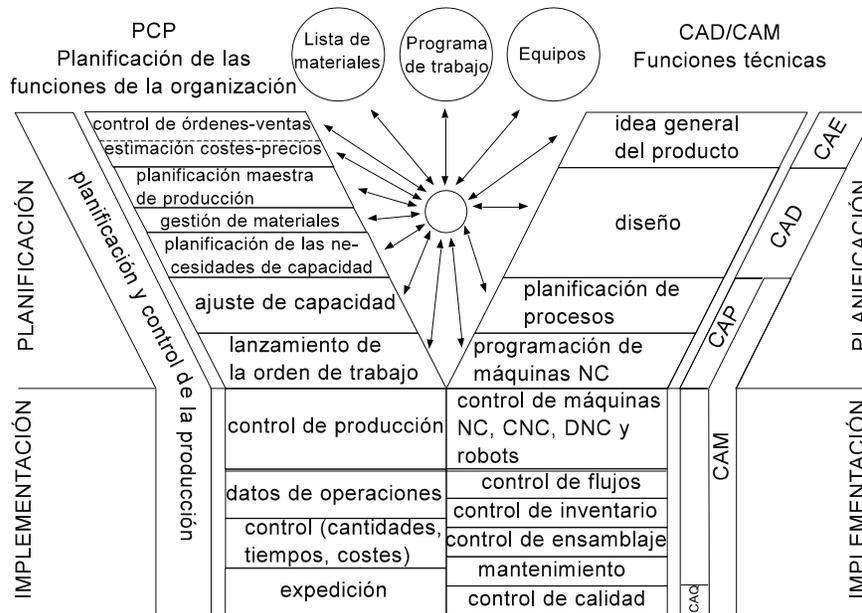
²¹¹ Existen excepciones en forma de microordenadores conectados a sistemas de máquinas que únicamente se utilizan para dar órdenes y controlar procesos, pero que no tienen otra función en el sistema.

²¹² Groover y Wiginton, 1986, p. 75 en Fernández Sánchez, 1993, p. 215.

- CAD: Diseño asistido por ordenador,
- CAE: Ingeniería asistida por ordenador,
- CAP: Planificación asistida por ordenador,
- CAM: Fabricación asistida por ordenador,
- CAQC: Control de calidad asistido por ordenador,
- PPC: Planificación y control de la producción,
- Mantenimiento.

Cada uno se sitúa en el proceso productivo tal y como se recoge en la figura 22.

Figura 22
Estructura del CIM



Fuente: Scheer, 1988.

El concepto de integración va más allá de los procesos, incluye la información, es decir, cada fase genera y utiliza información de las restantes, lo que permite que el proceso productivo fluya eliminando pérdidas de tiempo por falta de datos, así como errores²¹³.

²¹³Para que sirva como ejemplos de hasta que punto es interesante la filosofía en lo relativo a la información, Scheer (p. 11) recoge los siguientes:
"La provisión de embalajes apropiados para la expedición de piezas frágiles precisará de datos sobre su geometría del sistema CAD (por lo tanto sería una relación entre expediciones y CAD).

Desde la perspectiva de nuestra investigación es la capacidad del sistema para generar información, recogiéndola y almacenándola en el formato adecuado para su procesamiento simultáneo o posterior, la que permitirá realizar las estimaciones de costes de la fase de planificación y el control de los mismos durante la ejecución. Por lo tanto facilitan el conocimiento sobre las distintas actividades del proceso y sobre las características cuantitativas y cualitativas del *output* obtenido.

Por lo que se refiere a los costes es de aplicación lo relativo al cálculo de coste de la vida del producto, ya que la producción integral recoge todas y cada una de las fases por las que pasa el producto desde su diseño, como se recoge en la figura 22, es muy importante la evaluación de la viabilidad económica del producto, es decir, la estimación de sus costes en las etapas iniciales del proceso. Dentro de lo que podían ser las etapas en el proceso de diseño (basado en Soler, 1991, p. 215) tenemos:

- 1.- Necesidades a cubrir según marketing.
- 2.- Establecimiento de las especificaciones necesarias completas y concretas.
- 3.- Desarrollo del diseño: proceso de creación y síntesis, análisis funcional y económico del proceso, evaluación de la fase proyecto, cumplimiento de requerimientos, posibilidad de fabricación, costes parciales asumibles, eficiencia parcial.
- 4.- Evaluación del diseño, si no se aprueba se desecha definitivamente o se vuelve a las fases 1 ó 2.

Los tests de colisión de CAD se pueden realizar simulando el funcionamiento del proceso productivo en el que, por ejemplo, el proceso de fabricación es representado en la pantalla del ordenador una vez que las formas y medidas de una pieza a procesar se han establecido. Desde aquí hay un pequeño paso para estimar el tiempo de producción, así como la relación con la programación de tareas y la estimación de los costes del proceso (relación entre CAD, la contabilidad de costes, CAM y CAE).

La producción requiere no solo información sobre las piezas a fabricar, p.e. las órdenes de pedido, sino también instrucciones de fabricación en forma de programas de control numérico. Antes de que una orden pueda ser autorizada, por lo tanto, es necesario la disponibilidad de pruebas sobre no solo los materiales necesarios, componentes, operarios e instalaciones, sino también sobre la librería de programas de control numérico (relación entre PPC y CAM).

En el curso del proceso de recogida de información sobre órdenes, instalaciones productivas, inventarios y personal será registrada y constituirá los inputs básicos para las funciones de control de un sistema PPC. En este caso también existe una estrecha relación entre aspectos técnicos y organizacionales. El creciente control inteligente del equipamiento es cada vez más capaz de acumular información de órdenes para procesos de recuento y registro de pesos y su introducción directamente en el sistema de recogida de datos de la compañía. Desde ahí estos pueden ser utilizados no solo para la elaboración de estadísticas de producción, sino también para la certificación de un sistema de control de calidad, o para el cálculo de los suplementos salariales de productividad (relación entre CAM, recogida de datos, PPC, CAQ y contabilidad de las nóminas)".

5.- Evaluación del proyecto en su conjunto: si cumple los requerimientos, si es fácil de mantener, si los costes de producción considerados en su conjunto están dentro de lo presupuestado, y finalmente, si la eficiencia es global.

Finalizadas las etapas de diseño, si la evaluación ha sido positiva, se procede al desarrollo del producto, su prueba o modelaje, y finalmente su fabricación.

En lo que a evaluación se refiere, desde la perspectiva de los costes estándares existen algunas críticas en el sentido de que (Scheer, 1988, p. 149) *"la estimación clásica de costes sólo tiene lugar una vez que el plan de producción se ha realizado, y por lo tanto después de que la fase de diseño se ha finalizado. Como resultado del uso creciente de sistemas informatizados en el diseño y fabricación (CAD/CAM) la influencia del diseño sobre la determinación de costes ha aumentado. Por eso es necesario que la información de costes esté disponible para tomar parte en el proceso de diseño, de manera que el diseñador pueda recoger el efecto en los costes de sus decisiones, y preocuparse en buscar alternativas más baratas. Los efectos del diseño individual sobre la estructura de coste será por lo tanto considerada más intensamente, la especificación de la forma de la pieza a fabricar en términos de datos geométricos y la definición de las exigencias de materiales y producción determinan ampliamente la producción de esa pieza en concreto, y por eso, sus costes"*.

Por otro lado, se puede aceptar que una vez establecido el diseño (y los materiales), tenemos una primera evaluación económica de la pieza, pero el hecho de que los costes parciales sean asumibles no es suficiente. Es necesaria la intervención de la planificación de procesos ya que el diseñador se encuentra organizacionalmente separado de la producción y de los productos salvo en lo que a su forma y materiales se refiere. En la segunda fase de la estimación de costes, la relativa a planificación de procesos, sigue existiendo variación en los costes dependiendo de la manera en que se establezca la producción en función de las herramientas a emplear, personal, instalaciones, etc. Además, se define un calendario para estimar tiempos de proceso, trasladándose a compras y gestión de materiales, a su vez, el aumento de trabajo supone correcciones al alza en mantenimiento y reparaciones, identificación de cuellos de botella, necesidades de nuevas inversiones, etc.

En definitiva, para la evaluación de los costes del proyecto en su conjunto, es necesario reproducir todo el proceso presupuestario para un lote, y así establecer el efecto que tiene la producción de ese bien o servicio en el conjunto de la empresa.

Desde nuestra perspectiva el control de costes se realizará atendiendo a dos puntos de observación, por un lado están las variaciones en los consumos reales sobre los previstos lo que llevará a diferencias en las cantidades de factores directos: materiales, mano de obra, etc. e indirectos; esta variación está relacionada directamente con la velocidad del proceso así como por la característica de los factores. Y por otro lado las diferencias estarán también generadas por las variaciones en los costes unitarios de cada factor.

Además, diferenciando el cálculo del coste de producción con el coste del periodo, consideramos la participación de los recursos ociosos en el resultado de la actividad de la empresa así como la distribución de tiempos de operación entre cada una de las actividades, ya sean críticas o secundarias.

La ventaja del sistema *CIM* es que provee de información continua (Jaikumar, 1990, p. 208) relativa a todas las actividades controladas, ya sea la velocidad o cualquier otro parámetro considerado interesante desde la perspectiva de la producción. El ordenador puede examinar la naturaleza de un estado registrado y controlar su actividad mediante procedimientos "*if-then*"²¹⁴ y después procesa el siguiente estado. La capacidad de un ordenador de observar un fenómeno en un estado y controlar una actividad en el siguiente estado se denomina "control contingente". Por lo tanto si se accede a la información registrada se podrá alcanzar un elevado grado de conocimiento acaecido en los procesos. La única dificultad reside en localizar físicamente los ficheros que recogen esa información²¹⁵, es decir, que al integrar todo el sistema de producción pueden distribuirse las bases de datos en distintas direcciones físicas de los diferentes equipos conectados a la red de la organización.

En definitiva, la aplicación de *CIM* permite una observación omnisciente (continua) frente a una observación intermitente, lo que facilita la identificación de los eventos que ocurren y establecer las consecuencias económicas de dichos eventos según

²¹⁴ Si el estado es X entonces Y.

²¹⁵ *Data mining*.

duren, mientras que la observación intermitente considera el proceso productivo como una caja negra.

Debido al carácter generalista de la Contabilidad de Gestión, debemos plantear nuestro modelo para su aplicación en cualquier empresa, sustituyendo el flujo de información generado por el *CIM* por la aplicación de sistemas electrónicos de recogida de información individuales (sensores). En cualquier caso la diferencia reside en que en el caso de un *CIM* el modelo estaría integrado en el sistema de decisión, mientras que en cualquier otro caso el modelo se establece sin una dependencia directa del resto de sistemas, salvo en lo que a la información como *input* para el propio modelo se refiere.

3.3.3 Los sistemas de apoyo a las decisiones (*Decision Support Systems, DSS*)

Si consideramos la construcción de un sistema independiente del resto de los sistemas de gestión de la empresa en cuanto a funcionamiento, pero dependiente de la información generada por el proceso productivo y teniendo en cuenta que el objetivo que nos proponemos es la elaboración de un sistema que facilite las decisiones relativas a valoración de existencias o la fijación de precios para la venta, dicho sistema podemos identificarlo como un Sistema de Apoyo a la Decisión (*Decision Support System, DSS*).

El término fue utilizado por primera vez por Keen a finales de los setenta en un libro titulado de igual manera publicado junto con Scott-Morton en el que lo describen como "*un sistema coherente de tecnología basada en ordenadores -hardware, software y documentación sobre la que se soporta- utilizado por los managers como una ayuda en la toma de decisiones en tareas semi-estructuradas*"²¹⁶.

Desde la perspectiva de Emery (1987, p. 100) existen una serie de puntos importantes a tener en cuenta sobre las características de un *DSS*:

- Un *DSS* debe ser utilizado para la preparación de informes (como en el caso de informes de análisis de inventarios) o para ejecutar modelos matemáticos complejos (por ejemplo en el trazado de rutas de una compañía de transporte de mercancías por carretera).

²¹⁶ Recogido en Belton, V. (1991): *Operational research and information technology -impacts and interactions*, trabajo publicado en Williams y Spaul (1991).

- Un *DSS* debe funcionar en un ordenador personal mediante una simple hoja de cálculo o equivalente o en un servidor central de la empresa.
- El *DSS* debe ser desarrollado y creado por el usuario directo, por un trabajador que colabora con el decisor, o por profesionales en *staff*.
- La base de datos para el *DSS* debe ser un programa de autocarga, integrado con la base de datos corporativa o unida a una base de datos externa y ajena.
- Los beneficios de un *DSS* deben expresarse en términos económicos y/o en sentido no monetario e intangible.

El *DSS* es la solución a la necesidad de disponer y procesar grandes cantidades de información, tanto técnica como económica, debido a la tendencia cada vez mayor de trabajar con lotes pequeños según las exigencias de los clientes. Es por lo tanto la tipología de la producción la que condiciona la cantidad y la calidad de información necesaria para decidir.

Si bien la metodología no es en absoluto novedosa, puesto que a comienzos de siglo los sistemas de coste de fabricación ya daban información relevante para un amplio rango de decisiones sobre economías de escala (eficiencia) y economías de alcance (diferenciación de producto) (Johnson y Kaplan, 1988, p. 129), hay que señalar que de estos sistemas, aquellos diseñados para rastrear costes hasta distintas líneas de producto desaparecieron después de 1910, o como límite en la Primera Guerra Mundial. Tal vez la razón principal de su desaparición fue el alto ratio coste-beneficio. La tecnología de proceso de la información existente hacía demasiado costoso rastrear ajustadamente los recursos utilizados para fabricar cada producto en una planta de fabricación compleja. Las mayores ganancias que podían haberse alcanzado, llevando al mercado los productos más beneficiosos, rechazando los demás, no habrían compensado el coste de la información necesaria para realizar la selección. Por otro lado, también debemos señalar que modernos sistemas de gestión de la producción han retomado estos métodos como punto de partida para la elaboración de costes.

En nuestro planteamiento también adoptamos esa metodología y apoyándonos en los sistemas de control de la producción reelaboramos el modelo en la consideración del tiempo, en concreto en la consideración ya clásica de la hora máquina y la hora hombre como unidad de asignación básica para la elaboración de un modelo de costes estándares. Asimismo, aportamos un proceso de modelización mediante la utilización de herramientas generales para el tratamiento de los datos que cumplen las premisas de

sencillez y economía. Una de ellas, la hoja de cálculo, ha sido objeto de innumerables aplicaciones desde que fuera originariamente propuesta en su concepto por Mattessich (1964a y 1964b) como instrumento de simulación de presupuestos, a la que le hemos complementado con un sistema gestor de bases de datos como sistema de control.

Por lo tanto, consideramos que el sistema de calculo de costes debe estar estrechamente unido a los sistemas de control de la producción, y el cálculo de costes, por si mismo, no es el objetivo primero, sino la explicación de las variaciones en la planta de producción. Sí es cierto que estas variaciones revierten en el cálculo de costes, que a su vez condiciona las decisiones en planta.

3.4 FUNDAMENTO DEL MODELO PROPUESTO: EL CONTROL DEL TIEMPO O VELOCIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y SU EFECTO EN LOS COSTES

Si la generación de valor reside en la actividad y ésta tiene una duración, la asignación de los costes se puede realizar de acuerdo con esta duración y los factores consumidos, de acuerdo con una relación finalidad-medio (Schneider, 1968, p. 30), desde una perspectiva general²¹⁷, "*todo cálculo ajustado a la realidad ha de cumplir los siguientes dos requisitos de referencia : (a) Los costes de la pieza han de ser fijados para cada fase de producción,[y] (b) la estructura del cálculo debe corresponder al desarrollo de la pieza en el proceso de elaboración y permitir conocer el aumento del valor de la pieza fase a fase*".

Además, "*cualquiera que sea la forma de producción que uno considere, siempre será la aplicación temporal de la respectiva composición de bienes de coste la que aparezca como decisiva para los costes correspondientes a la pieza. Por consiguiente, el cálculo de los costes de fabricación a base del tiempo corresponde mejor a la realidad (...) Así pues, llegaremos sólo a la esencia del problema cuando logremos reconocer que en la fabricación el principio fundamental de cálculo en todos los casos es el tiempo*"²¹⁸.

Schneider advierte que la afirmación anterior no debe ser considerada en términos absolutos, que "*cualquier cálculo de costes para un período es imposible sin supuestos;*

²¹⁷ *Op. cit.* p. 74.

²¹⁸ *Op. cit.* p. 95.

a ellos se le añaden nuevas hipótesis necesariamente al realizarse un cálculo de la pieza. Estas hipótesis y supuestos caracterizan un método de cálculo; y el criterio fundamental para el enjuiciamiento de un método de cálculo es sólo éste: en que grado han de ser consideradas tales hipótesis como ajustadas a la realidad²¹⁹". Desde la perspectiva de nuestra investigación se considera que la necesidad de elaborar hipótesis depende de la disponibilidad de mediciones de la realidad a evaluar, por lo tanto, una mejora en los sistemas de medición y en los modelos de procesamiento de información lleva a que la afirmación se acerque cada vez más a la condición de términos absolutos.

Por lo tanto, la medición del resultado de la función de producción para evaluar su eficacia y eficiencia se puede realizar a través de sus magnitudes básicas²²⁰: las cantidades físicas de los bienes (Q), su valor (M) y el tiempo utilizado en su producción (T). La primera de ellas se puede medir de acuerdo con una unidad física, la más adecuada, que puede ser el peso, la capacidad, el volumen, la longitud, o un sencillo recuento de objetos si existe homogeneidad; en caso contrario se utiliza la magnitud del valor y desde nuestra perspectiva el tiempo de producción.

La velocidad de proceso, por el contrario, es una magnitud compuesta de dos magnitudes simples puesto que se relaciona la cantidad producida y el tiempo necesario para producirla, es decir, el flujo del proceso.

En definitiva, cualquier tarea perteneciente a la cadena de valor de Porter se realiza durante un periodo de tiempo, tiempo que a su vez se subdivide en tiempo de actividad (actividades primarias y secundarias) y tiempo de inactividad, o tiempo durante el cual se genera valor y tiempo durante el cual no existe alteración en el valor.

El flujo es la secuencia que siguen los materiales desde su recepción en fábrica hasta su llegada al almacén de embarque o zona de expedición²²¹. Este flujo puede ser estático, si en la realidad no hay movimiento de productos sino una secuencia de tareas representadas en un diagrama de actividades, funcional, si se agrupan máquinas y trabajadores (medios de producción) de acuerdo con funciones homogéneas, y

²¹⁹ *Op. cit.* p. 96.

²²⁰ Son las magnitudes económicas simples según Castañeda (1968, p. 64). Schneider hace referencia a la fabricación de x unidades de producción (volumen) como resultado de la obtención de Z unidades sucesivas en la aplicación del tiempo T con un flujo de producción de q u.c. de un material.

²²¹ Véase Fernández Sánchez (1993, p. 31).

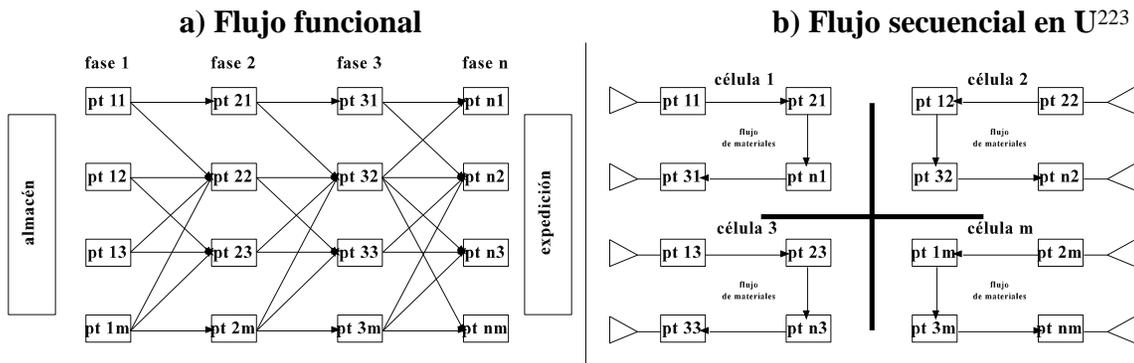
secuencial, si cada etapa está una a continuación de la otra, ya sea en línea recta o en forma de U.

A este flujo se le denomina productividad total²²² del proceso productivo en su conjunto, aunque también se puede calcular la productividad total por cada una de las actividades, correspondiendo el flujo total máximo de todo el proceso con el menor de los flujos de todas las actividades, o lo que es lo mismo, el cuello de botella.

Supuesta una organización del flujo funcional o secuencial en la que el producto recorre las sucesivas fases de producción, estas fases se identifican físicamente con unos puntos de producción, estaciones de trabajo u operaciones, constituidos por personas y/o inmovilizado que realizan la actividad durante un tiempo y generan el valor (se conoce como la disposición de los medios de producción en planta o *lay-out*, tal y como se muestra en el ejemplo de la figura 23). Los ejemplos de estos puntos de producción son una máquina, un horno, una persona con un ordenador, un depósito de fermentación, etc.

Figura 23

Lay-out / puntos de generación de valor



Fuente: basado en Fernández Sánchez, 1993, p. 35.

Bajo unas circunstancias de producción en series cortas con mucha diversidad puede darse el caso de que las velocidades en una misma operación sean diferentes

²²² Fernández Sánchez, *op. cit.* Para Schneider, p. 30: "la productividad de una unidad de trabajo (es) la cantidad de producto elaborada en la unidad de tiempo".

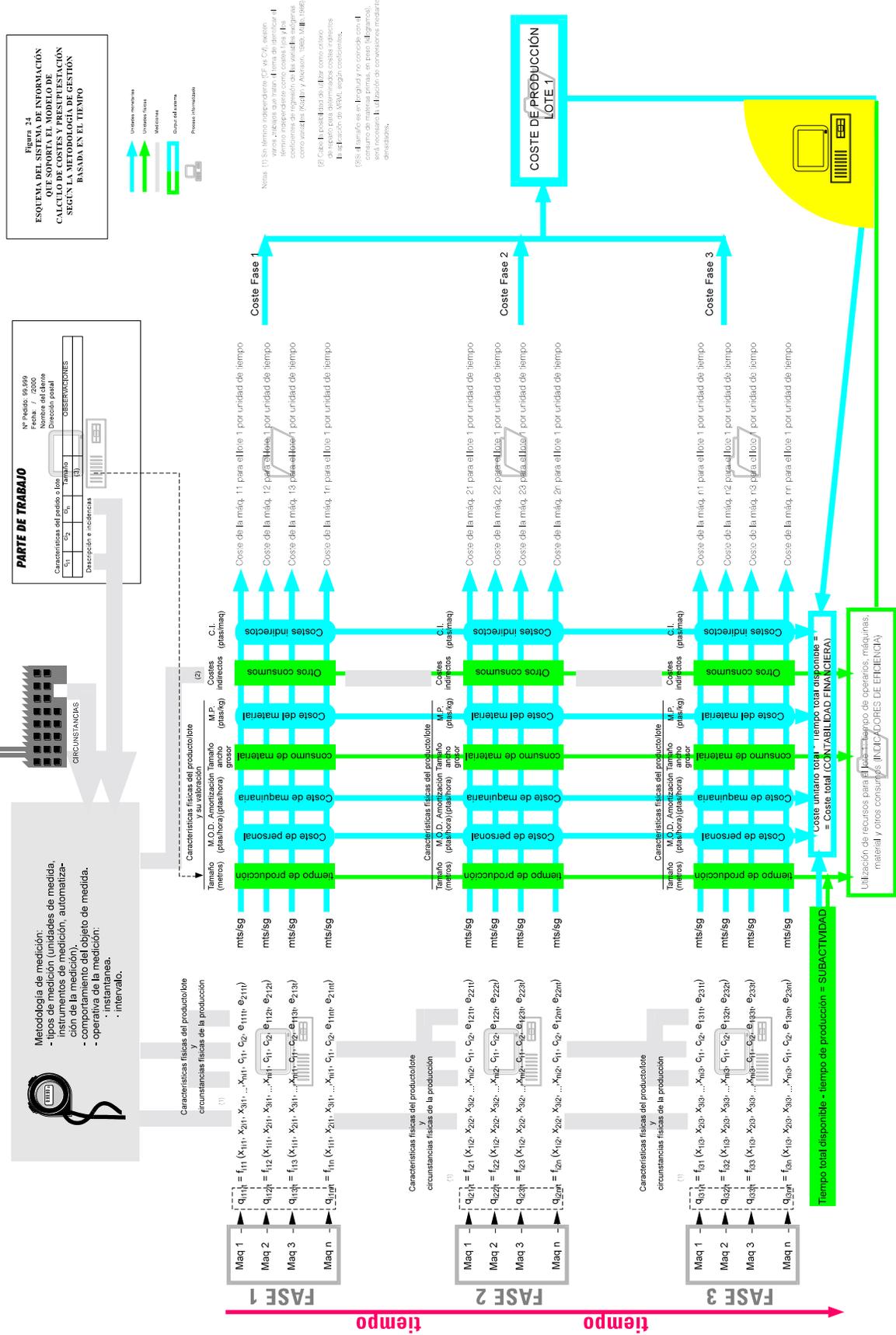
²²³ Su finalidad es la fabricación de pequeños lotes de una gran variedad de productos, "es también secuencial, atendiendo a los pasos que deben seguir los materiales en el proceso de transformación, pero tiene la forma de U y corresponde a una célula de trabajo formada por unos pocos trabajadores y máquinas. Cada operario (muy cualificado) atiende diferentes máquinas a la vez e incluso realiza operaciones auxiliares de mantenimiento y control de calidad; las máquinas son polivalentes y sirven para realizar distintas actividades" Fernández Sánchez (1993, p. 35).

dependiendo de las circunstancias del microentorno, que tal y como se explicó en el epígrafe 2.5 vendrá definido por una aplicación de la función de producción desarrollada tal y como se presenta en la figura 24 (en el caso en que las actividades sean de producción individual y común, frente a la producción conjunta).

La propuesta de nuestra investigación procede al reparto de los costes indirectos utilizando la productividad parcial en función del tiempo utilizado en cada una de las actividades, neto de tiempos de inactividad. En el ejemplo se consideran tantas funciones de producción como máquinas²²⁴ existen en cada una de las fases. Además, dispondremos de una medida de eficiencia final sumando en vertical el consumo de factores para cada fase²²⁵.

²²⁴ Aunque podrían ser operarios u otro tipo de instalaciones.

²²⁵ En palabras de Schneider (*op.cit.*, p. 69) "*sumando estas anotaciones para una fase o lugar determinado, obtenemos la producción total de la fase y el tiempo aplicado para ello. Súmense las cantidades y tiempos obtenidos de esta manera para una fase determinada de una sección y se obtiene la producción total y los tiempos correspondientes para cada sección*".



3.5 EL DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTABILIDAD DE GESTIÓN: ETAPAS Y FASES

Si tal y como afirma Schneider, *"la tarea del cálculo de la pieza es seguir contablemente y examinar el desarrollo y formación de la pieza en su trayectoria a través de las secciones y fases²²⁶"*, utilizamos el tiempo de proceso como referencia para el cálculo de costes por tres motivos:

1) Como criterio de reparto de los costes indirectos se justifica porque es necesario soportar una serie de cargas para que durante un periodo de tiempo determinado se genere valor debido a la transformación. Es decir, para poder fabricar y que la máquina o el operario trabajen durante el tiempo necesario para alcanzar el resultado apetecido es necesario protegerlos en un edificio, suministrar energía, pagar un salario, mantener la temperatura ambiental, pagar impuestos, etc., por lo que cada unidad de tiempo de la existencia en condiciones de producir tiene un coste fijo de partida,

2) porque la utilización del tiempo como criterio es fácil de entender y útil para el conjunto de la organización y permite homogeneizar la producción de bienes o servicios heterogéneos. La información sobre tiempos de producción, más allá de lo que significa el mero tiempo de transformación, es decir, el de preparación, el de mantenimiento, el de limpieza, el inactivo del factor dominante en el proceso, es útil para los mandos intermedios, para aquellos que la información de costes no es de interés sobre cualquier otra cuestión y,

3) además, el modelo debería recoger cualquier variación, reflejando en el coste de producción todas las circunstancias que hayan podido anticipar o retrasar el final de los trabajos.

El hecho de controlar la multitud de actividades que configuran un proceso, recoger información al respecto y procesarla, únicamente puede realizarse con la participación de las nuevas tecnologías de la información, por lo tanto, ya sea por la disponibilidad de un sistema *CIM²²⁷*, *FMS*, o equivalente, lo realmente importante es la

²²⁶ *Op. cit.*, p. 36, que se traduce en lo que denomina más adelante *principio de proporcionalidad* (p. 76).

²²⁷ Jaikumar (1990, p. 216) ha descrito en detalle la idea subyacente: *"El primer paso es determinar el valor por unidad de tiempo para la máquina. Este es el 'coste sombra' de la capacidad y puede ser obtenido a través de una variedad de métodos relativos a la utilización de la capacidad. Un sistema de supervisión provee información sobre todos paros de las máquinas. Clasificamos los acontecimientos por categorías y los agregamos en cada categoría. Dado el coste de oportunidad de los paros, podemos calcular el beneficio de reducir o eliminar cada categoría de paro"*.

posibilidad de disponer de información fiable, de calidad, que se pueda utilizar para establecer la distribución de tiempos de recursos utilizados para cada pieza fabricada.

Por consiguiente, el contable de gestión tiene la posibilidad de jugar un papel principal en lo que a control de la producción se refiere, y que por añadidura le llevará al cálculo de costes, pero como resultado de la primera actividad²²⁸.

Desde la perspectiva de un entorno productivo *JIT* son claras las ventajas de este tipo de gestión, la Gestión Basada en el Tiempo, por lo que nuestro objetivo es el de diseñar un sistema de información que controle el desarrollo de los distintos procesos y lo valore de acuerdo con los diferentes consumos, de acuerdo con la carga productiva por unidad de tiempo recogiendo el mayor número posible de variaciones en la producción.

De acuerdo con Aibar (1997, p. 122) las etapas en el diseño del sistema de Contabilidad de Gestión son las siguientes:

- 1) Planificación del diseño e implantación del sistema.
- 2) Definición de objetivos del sistema de acuerdo con los objetivos y necesidades generales de la empresa.
- 3) Definición de las necesidades de los usuarios, su identificación y acceso a la información.
- 4) Definición de los factores condicionantes, tanto externas como internas.
- 5) Identificación de la tecnología a emplear de entre las disponibles.
- 6) Definición de un modelo de acuerdo con el alcance, oportunidad, agregación e integración.
- 7) Definición de las características específicas: tipo de información que se debe suministrar, su cantidad, y las fuentes que deben suministrarla, su identidad, su credibilidad y el coste.
- 8) Evaluación del diseño conceptual del sistema: determinación de su coste e intentar cuantificar la utilidad.
- 9) Verificación de la funcionalidad del sistema.
- 10) Entrenamiento de los usuarios.

²²⁸ Las razones para desarrollar un nuevo sistema de tecnología de la información incluye la necesidad de mantener el nivel de competitividad, reducciones de costes en administración, mejora del análisis de información, la utilización de técnicas de costes más avanzadas, la necesidad de calcular la rentabilidad de productos individualmente, cumplir con las expectativas de una mejor información sobre calidad, y permitir el crecimiento sin la necesidad de más directivos (Coates y Longden, 1989).

Finalizado el diseño y la implantación se hace imprescindible la realización de un control periódico.

Durante la planificación se organiza la implantación del sistema. Las fases a seguir en el establecimiento del modelo, una vez determinado el calendario de implementación, y siguiendo una metodología en la línea del control estadístico de procesos, pueden ser las siguientes:

FASE I - Descripción del proceso productivo. Estudiar el flujo del proceso

I.1.- Dibujar un esquema del flujo de los bienes y servicios a lo largo de los procesos remarcando las etapas o fases.

I.2.- Establecer las unidades técnicas de producción.

FASE II - Estudiar el flujo de datos del proceso.

II.1.- Reconocimiento y localización de los sistemas de medición en servicio.

II.2.- Identificación de los sistemas necesarios para registrar las velocidades de los procesos.

II.3.- Implantación de los sistemas necesarios y su comprobación.

FASE III - Determinación de las principales relaciones causa-efecto entre la velocidad y las variables contingentes.

III.1.- Recoger la opinión de los responsables y operarios sobre el problema.

III.2.- Determinar las variables importantes que afectan al producto, si pueden o no ser medidas, y en caso afirmativo, si existen y están disponibles las mediciones.

III.3.- Recoger, analizar y comprobar los datos sobre velocidad y variables que la afectan, utilizando medias móviles y cualquier otra metodología alternativa. En el análisis se utilizan métodos de proceso lógico y se consultará a los ingenieros de procesos y operarios si fuera preciso.

FASE IV - Recogida de datos de tiempos de inactividad, velocidades por máquina, grupos de máquinas, etc.

IV.1.- Recoger información detallada sobre el proceso: conocimiento de informes y fuentes de información.

IV.2.- Dividir el proceso en grupos o módulos. Decidir si se necesitan datos complementarios.

IV.3.- Recoger los datos disponibles de tiempos de ejecución y control de calidad.

IV.4.- Analizar e interpretar los datos mediante gráficos, regresión múltiple y/o métodos estadísticos multivariantes.

IV.5.- Diseñar y realizar experimentos en planta para comprobar y determinar modelos teóricos o empíricos.

FASE V - Cálculo de los costes de producción.

V.1.- Recoger información sobre gastos en la Contabilidad Financiera, determinación de gastos y costes.

V.2.- Reparto de costes indirectos y determinación de costes del producto.

FASE VI - Ampliación del modelo a las variables del entorno de producción o variables contingentes.

VI.1.- Recoger información sobre cada variable.

VI.2.- Definición de funciones de transformación desarrolladas.

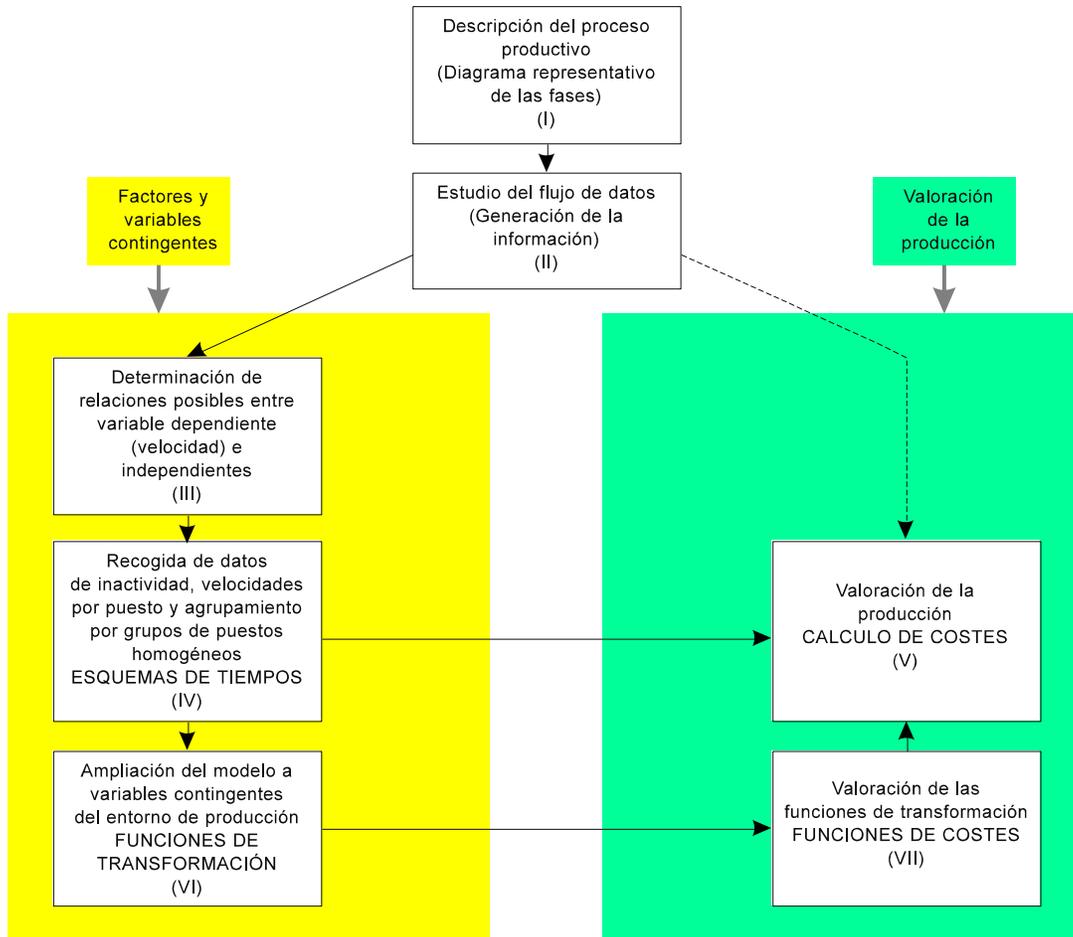
FASE VII - Valoración de las funciones de transformación.

VII.1.- Recoger información histórica sobre costes y las características de los lotes correspondientes, entre otras variables contingentes.

VII.2.- Definición de funciones de costes.

Todas estas fases se representan en la figura 25.

Figura 25
Fases en la implementación del modelo



Fuente: elaboración propia.

Figura en la que cabe destacar la naturaleza técnico-económica del modelo, con una influencia a corto plazo de lo técnico sobre lo económico.

Pasamos a continuación a describir cada una de las citadas fases.

3.5.1 Descripción del proceso productivo

Básicamente corresponde a la búsqueda de qué, cómo, cuánto, cuándo y dónde se produce.

La tarea a realizar consiste en representar espacialmente todos los potenciales itinerarios que sigue el producto o servicio a lo largo del tiempo de producción en cada una de las fases de elaboración (diversidad fines-medios). Teniendo en cuenta que nos encontramos ante empresas con producción heterogénea se trata de una tarea que puede llegar a ser prolongada en el tiempo.

Asimismo se debe considerar los distintos *inputs*, como influyen en el proceso productivo y como se obtiene el *output*, es decir, se trata de comprender la naturaleza de los cambios físicos y químicos que se producen en el proceso con la perspectiva de anticiparse, en la medida de lo posible, a todas las circunstancias a las que tendrá que enfrentarse el modelo, y sobre todo, como estas influyen en el tiempo de producción (velocidades y tiempos de paros).

3.5.2 Estudio del flujo de datos y generación de la información (medir)

Esta fase se desarrolla en dos etapas, la primera consiste en realizar un análisis en profundidad de la información disponible desde una doble perspectiva:

- Cuantitativa: observar la cantidad de información que se genera de manera habitual en el proceso productivo, relativa a cantidades fabricadas, recursos consumidos, resultados de análisis de materiales, resultados de análisis de la calidad del producto, etc.
- Cualitativa: observar si la información recogida es fiable, lo que implica supervisar el procedimiento de recogida, incluyendo pruebas de calibrado de los instrumentos de medición, y el muestreo directo de cada tipo de dato a pie de puesto de transformación.

En este apartado tiene especial interés la revisión de los sistemas informáticos, si existiesen, con la finalidad de localizar los datos necesarios para su recogida y posterior proceso.

En una segunda etapa, y con la perspectiva clara de los objetivos y de la insuficiencia cuantitativa o cualitativa de información, se trata de completar las carencias aplicando sistemas electrónicos suplementarios de medición o realizando mediciones manuales mediante muestreo. De acuerdo con el control de procesos, la medición será correcta cuando los valores permanezcan dentro de los márgenes aceptados de media y rango.

3.5.3 Determinación de las relaciones posibles entre variable dependiente (velocidad) e independientes

Se trata de buscar la relación directa (diversidad causa-efecto) entre los factores productivos concretos que definen cada producto y los rendimientos del proceso, o sea, de establecer la relación de productos con una descripción de sus características y la velocidad de proceso. Es decir, "la determinación de la producción supone, pues, la medición de: (a) la cantidad obtenida de un producto; (b) el tiempo de aplicación en el que esta cantidad de producción ha sido obtenida" (Schneider, 1968, p. 68).

En esta fase de implementación se observa si las velocidades son estables o no. Ahora bien, en un primer paso definiremos tres tipos de velocidades de acuerdo con la figura 26.

Figura 26
Velocidades y productividad del proceso

INPUTS	proceso (CVA)	proceso (SVA)	OUTPUTS (K) → tiempo total (t1+t2)
	tiempo (t1) VELOCIDAD INSTANTÁNEA $V1=K/t1$	tiempo (t2) VELOCIDAD NULA $V2=0$	
	VELOCIDAD REAL	$VR=K/(t1+t2)$	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con esta figura la transformación se realiza durante un periodo de tiempo al que hemos denominado $t1$ en el que realmente se producen las transformaciones físicas, químicas o temporales que añaden valor al producto o servicio (Con Valor Añadido, CVA). Pero para poder realizar los trabajos en ocasiones es necesario realizar una serie de tareas de apoyo que si bien no añaden valor al *output* son necesarias (Sin Valor Añadido, SVA) y que tienen una duración $t2$. Por lo que las velocidades son la instantánea del proceso, la que habitualmente se registra por el método directo, la de los tiempos complementarios que no generan valor, y que aunque la máquina o el operario esté en movimiento se considera nula ya que o no hay producción o genera subproductos, y la velocidad real del puesto de transformación que será el resultado de relacionar la cantidad de bienes y servicios obtenidos en el periodo completo.

Ahora bien, desde nuestra perspectiva y con vistas a la distribución de costes, hemos decidido considerar como recurso el tiempo disponible de instalaciones por lo que nos vemos obligados a recoger dos velocidades más, la correspondiente al periodo sin proceso que también es nula y la velocidad real del punto de transformación que será la producción de todo el periodo entre su duración (figura 27).

Figura 27
Velocidades y productividad del lugar de transformación

INPUTS	proceso (CVA)	proceso (SVA)	sin proceso (SVA)	OUTPUTS (K) → tiempo total puesto (t1+t2+t3)
	tiempo (t1)	tiempo (t2)	tiempo (t3)	
	VELOCIDAD INSTANTÁNEA $V1=K/t1$	VELOCIDAD NULA $V2=0$	VELOCIDAD NULA $V3=0$	
	VELOCIDAD REAL PROCESO $VR=K/(t1+t2)$			
VELOCIDAD REAL PUESTO TRANSFORMACIÓN $VRT=K/(t1+t2+t3)$				

Fuente: elaboración propia.

En definitiva, y puesto que hay periodos de tiempo en los que el punto de transformación está inactivo, por ejemplo, por falta de pedidos, será necesario diferenciar tres productividades totales definidas como sigue:

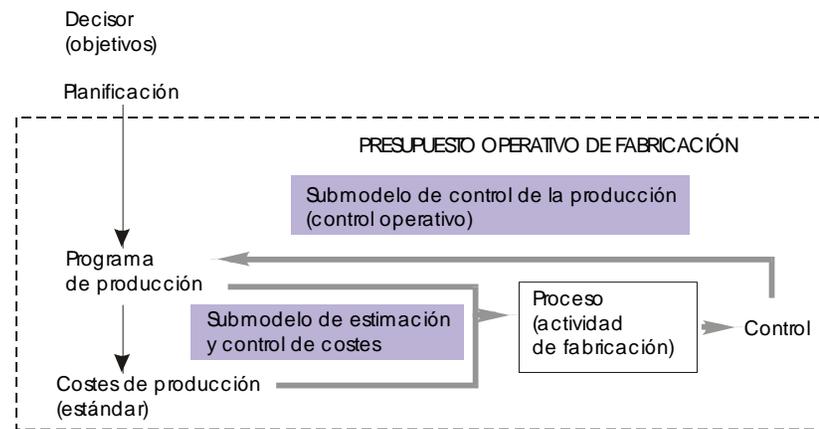
- Productividad técnica pura: la del operario o máquina trabajando normalmente (relativa a V1).
- Productividad del proceso: considerando todas las operaciones necesarias para que se produzcan los procesos de transformación, es decir, incluyendo las operaciones de apoyo (VR).
- Productividad del puesto de transformación: teniendo en cuenta el tiempo total disponible como factor productivo (VRT).

En el último caso el tiempo total disponible es el que se podría llegar a utilizar cada punto de transformación con todos los factores en el puesto de trabajo, es decir, veinticuatro horas al día divididas en tres turnos de ocho horas²²⁹ durante siete días a la semana. En caso de existir limitaciones, se considera el tiempo disponible del factor limitador.

3.5.4 Preparación de los esquemas de tiempos

En el desarrollo de las etapas del presupuesto de fabricación, la fase de programación y presupuestación se realiza con el submodelo de estimación y control de costes tal, y como se observa en la figura 28.

Figura 28
Estructura del modelo planteado



Fuente: elaboración propia

²²⁹ Circunstancia que, aunque en la realidad no siempre es posible, existiendo limitaciones como pueden ser los recogidos en los convenios colectivos para trabajar horas extraordinarias en fines de semana, aumentos de turnos de trabajo, disponibilidad de materiales, de equipos, etc.

Una vez garantizada la información técnica necesaria para elaborar la *estadística de producción*²³⁰, ya sea por la existencia de un *CIM*, o por la implantación de sistemas específicos de medición en los puestos de trabajo ante su ausencia, la siguiente fase es elaborar un sistema informático que permita procesar esa gran cantidad de información, que de otra manera sería imposible de lograr y, por otro lado, diseñar una herramienta que permita estimar tiempos de producción de acuerdo con la selección de productos e itinerarios productivos, así como sus correspondientes costes; herramienta que concretamos como una hoja de cálculo²³¹. El submodelo de control de la producción sirve para el análisis de las desviaciones y comprobar la vigencia de los estándares técnicos del modelo de estimación de tiempos y costes.

El control del modelo de costes se realiza en todos y para todos los puestos productivos, en relación a los que, globalmente y de manera periódica, se recoge información sobre la variación de los costes indirectos y el coste de la materia prima, ya que, por norma general, el resto de costes no cambian a muy corto plazo.

Medir el tiempo

Resulta fundamental destacar que, mientras las circunstancias de producción permanezcan estables no se producen variaciones en el submodelo de estimación y control de costes y, por lo tanto, los cálculos realizados en su momento para programar tareas mediante la estimación de tiempos y costes de producción, seguirán siendo válidos. En este sentido, estaríamos ante un sistema de actuación por excepción, ya que únicamente cuando los indicadores del submodelo de control de la producción avisan de desviaciones por encima de un intervalo establecido se actualizan los cálculos en el submodelo de costes. Asimismo, las variaciones en la infraestructura productiva por cambios en los flujos en planta, renovación de maquinaria, etc. suponen la actualización de la estructura del submodelo de costes.

²³⁰ Documento para el que Schneider (1968, pp. 67-72) indica que "*la función de la estadística de producción es registrar y controlar la producción de las fases de la sección de fabricación*". Según el profesor Schneider, el punto de partida para esta estadística de producción lo constituyen los registros diarios de las cantidades de producto elaboradas en cada fase, así como los tiempos principal y complementarios. Nuestro trabajo mantiene su línea de pensamiento con la posibilidad añadida de realizar un control permanente debido al soporte tecnológico.

²³¹ Si bien podría haber sido otro sistema gestor de bases de datos, presentamos como primera opción una hoja de cálculo dada su sencillez y accesibilidad.

En esta etapa, una vez estudiados los procesos se procede a la recogida de información sobre las secuencias de marchas y paros para cada lote. Una vez recibido el pedido, se le asigna el itinerario a seguir dependiendo de sus características²³².

A la hora de hacer un seguimiento del proceso de producción se puede utilizar la técnica de representación de los diagramas de Gantt con referencia al lote o al puesto de transformación. En definitiva, y aquí se produce un desdoblamiento del modelo, cabe la posibilidad de recogida de información utilizando como referencia:

a) El lote: mediante un documento, clásica boleta u orden de trabajo que acompaña al producto, que recoge todos los acontecimientos acaecidos por el lote o pieza a lo largo del proceso productivo y recorre junto con los materiales la sucesivas etapas.

b) Cada puesto de transformación: mediante un sistema de documentos o soportes informáticos²³³ que registran los acontecimientos acaecidos en cada puesto de trabajo en cualquier momento, ya sea en tiempo de proceso, con o sin generación de valor, o en tiempo de inactividad. En este caso la boleta únicamente serviría para el lanzamiento del producto en la producción.

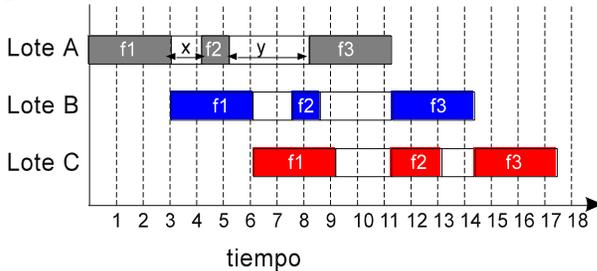
Cada una de estas opciones dan lugar a un tipo de representación diferenciada tal y como se recoge en la figura 29.

²³² Incluso existiendo puestos de trabajo idénticos y duplicados, los resultados en cuanto a calidad pueden ser diferentes por lo que el responsable, dependiendo del lote, puede decidir utilizar uno u otro.

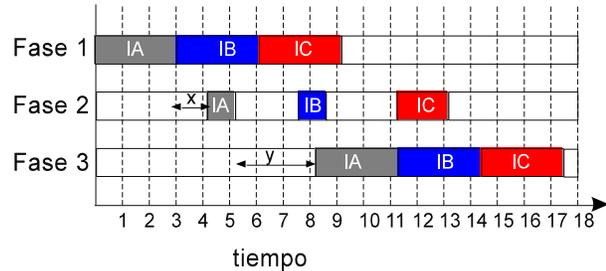
²³³ Un ejemplo de la programación de la producción en un entorno CIM lo encontramos en Matsuo *et al.* (1991).

Figura 29
Diagramas de Gantt sobre lote o fase/puesto

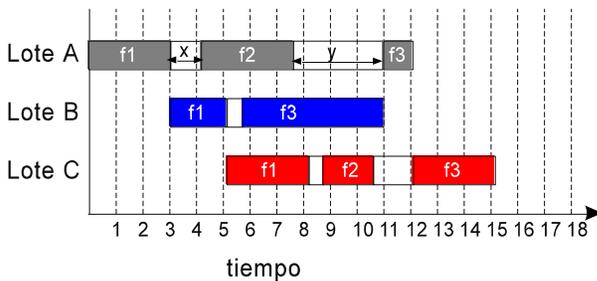
a1) producción homogénea por pedidos procesos



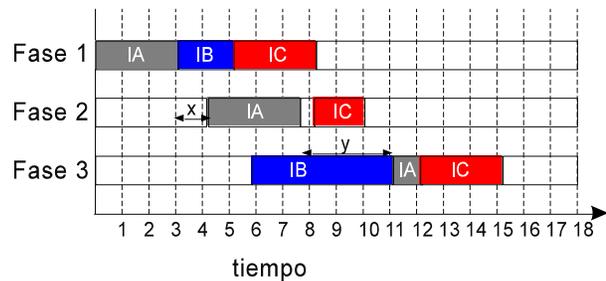
a2) producción homogénea por



b1) producción heterogénea por pedidos procesos



b2) producción homogénea por



Fuente: elaboración propia sobre la clasificación de Schneider (1968) de producción en procesos/pedidos.

La diferencia entre ambos métodos reside en la operatividad del control y en la perspectiva ante el cálculo de costes mediante un método centralizado (el portador de costes es la orden) y descentralizado (los portadores de costes son los departamentos, los procesos o las fases)²³⁴. De acuerdo con la primera metodología se controlan las variaciones en los lotes a lo largo de su recorrido por las distintas fases (es el producto el

²³⁴ Aspecto éste de enorme relevancia, tal y como expresa Schneider (1968, p. 40) "Si se considera el pedido (la pieza) como portador del resultado, pasa el pedido a ocupar el punto central de la contabilidad en su conjunto. El cómputo se hace determinando los resultados para los pedidos individuales, y calculando luego el resultado total de la explotación por adición de los resultados parciales de cada pedido (...). Si, por el contrario, no consideramos como portador de resultado cada pedido, sino las diferentes secciones, pasa a ser la sección y no el pedido el punto central de la contabilidad interna".[y lo más importantes desde nuestra perspectiva] "esto no significa, como por sí mismo se comprende, que el pedido se desconsidere o desaparezca completamente en la contabilidad interna. En todos los casos es y permanece como fundamento y objeto de la actividad industrial y económica".

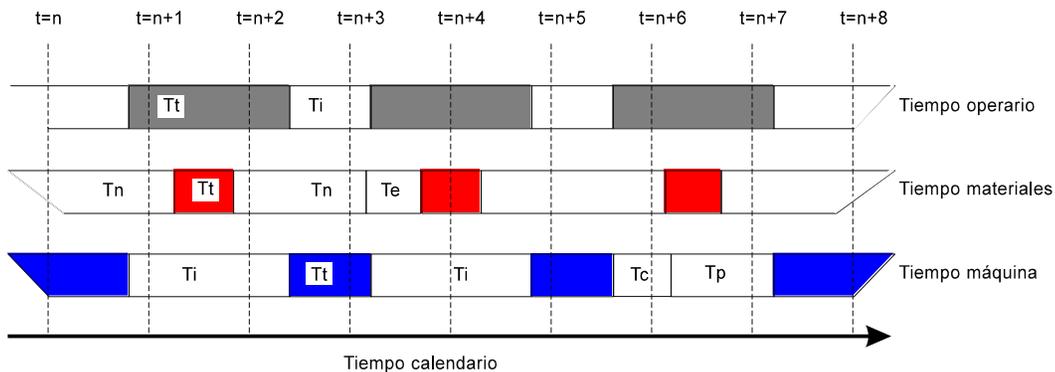
depositario de valor, no las fases). Ahora bien, esto únicamente es posible si nos encontramos con productos diferenciables y con entidad propia (piezas, cajas, etc.) y no es así en procesos sobre flujos de materiales (líquidos, cintas, etc.) en los que no cabe la posibilidad de acompañarlo de una boleta por lo que se procederá al control en cada fase. Por esta razón, como solución alternativa planteamos la segunda opción, desde la cual el control se ejerce directamente en el punto de transformación, proceso o fase e, indirectamente, sobre el producto que se procesa en cada momento. Cabe la posibilidad de conjugar ambos métodos, pero por una vía u otra el cálculo del tiempo del proceso debería ser el mismo tal y como se ha observado en los diagramas de Gantt. De hecho, si controlamos los lotes podemos determinar el tiempo inactivo de las distintas fases por diferencias sobre el tiempo total disponible, mientras que si controlamos fases, tenemos el tiempo total sumando el de las distintas fases para cada producto. La diferencia entre ambas perspectivas reside en la riqueza de la información recogida desde una perspectiva u otra.

Así, en la consideración del control de las fases para el reparto de costes indirectos estructurales posibilita su realización en su sentido amplio puesto que podemos determinar las tres productividades (técnica pura, del proceso y del puesto de transformación) definidas en el apartado 3.5.3, mientras que utilizando el control sobre el pedido sólo nos es posible calcular las dos primeras, no así la tercera. Sin duda, disponer del rendimiento de la instalación es un dato importante en la consideración de la optimización de las instalaciones presentes y para decisiones estratégicas.

3.5.4.1 El tiempo y los factores de producción

En nuestro interés por controlar los puntos de transformación, detallamos aún más la composición del tiempo en cada línea del diagrama por fases, por lo que siguiendo a Schneider (1968) denominaremos al tiempo que se refiere a la manipulación de materiales el tiempo-materiales, al tiempo de aplicación de la mano de obra, tiempo-operario, y al tiempo de los elementos tecnológicos de la empresa tiempo-máquina y se representa de acuerdo con la figura 30.

Figura 30
Estructura temporal de los factores de producción



Fuente: Schneider, 1968, p. 27 y ss. y elaboración propia.

En dicha figura observamos como el tiempo-operario y tiempo-máquina se compone de:

Tiempo-transformación: (T_t) tiempo durante el que se trabaja sobre los materiales.

Tiempo-preparación: (T_p) tiempo necesario para preparar la unidad de trabajo.

Tiempo-complementario: (T_c) tiempo durante el cual la unidad está ocupada con trabajos indirectamente relacionados con la producción.

Tiempo-inactivo: (T_i) tiempo en el cual el factor no está ocupado.

A su vez, el tiempo material se compone de tiempo transporte (T_n), tiempo de estacionamiento (T_e) y tiempo de elaboración (T_t).

El proceso puede representarse teniendo en cuenta únicamente el factor limitativo, o el que le imprime el valor añadido, ya sea capital intensivo (máquinas), o trabajo intensivo (operarios) y, en general, en lo que respecta a la asignación del tiempo de producción, se puede determinar de dos maneras:

- indirecta: por diferencia entre el comienzo y final de los trabajos.
- directa: sumando el tiempo de proceso en cada máquina y en cada fase para el lote.

El hecho de trabajar en un entorno variable influye en la necesidad de individualizar las relaciones causa-efecto de cada factor contingente, de ahí que optemos por el método indirecto estudiando individualmente los procesos en cada fase, y dentro de cada fase por cada una de las máquinas en particular que se utilicen (el tiempo que la máquina se encuentra en funcionamiento se determina por la diferencia entre el tiempo total y el tiempo de paro). Asimismo, es necesario disponer de información de tipo económico, para lo cual planteamos un modelo con una doble naturaleza, que recoja ambas facetas, la técnica y la económica organizadas en dos submodelos: el submodelo de control de la producción y el submodelo de estimación y control de costes, participando ambos en la elaboración del presupuesto operativo de fabricación.

Definición de los parámetros caracterizadores de los flujos de producción y de control

Como hemos indicado anteriormente, el modelo está estructurado de acuerdo con una dualidad técnica y económica, y relaciona ambas facetas en una dependencia directa de la valoración de la producción de los factores técnicos y contingentes e indirecta mediante *feedback* de la técnica dependiente de la económica, es decir, de la planificación y control de la producción mediante la estadística de tiempo aplicado²³⁵.

Como una respuesta a los problemas explicados en el primer capítulo de este trabajo, planteamos la dependencia del modelo de costes de la actividad de producción tal y como se establece en el enfoque germano, para lo cual se considera el tiempo del factor productivo a optimizar.

La formulación del modelo se apoya en tres conceptos (Mallo, Mir, Requena y Serra, 1994, p. 63):

- Capacidad potencial de producción en el tiempo disponible;
- producción real obtenida en el tiempo aplicado;
- desocupación de la fase, subcentro o sección por causas propias o ajenas.

Para definir la capacidad potencial de producción en el tiempo disponible, supongamos que se trata de la inversión en capital (maquinaria), y determinamos la

²³⁵ Mallo, Mir, Requena y Serra (1994, p. 84).

cantidad de este recurso disponible; el tiempo total²³⁶ (en adelante TT) corresponde con el tiempo que la máquina estaría en disposición para trabajar (si necesita el concurso de los operarios para su funcionamiento dependería del número de turnos semanales). Ahora bien, esta disponibilidad no se materializa en producción real ya que hay momentos en los que la máquina se detiene y permanece parada por cuestiones tales como: mantenimiento, limpieza, averías, falta de materias primas, falta de envases o de contenedores, desviaciones en parámetros de calidad, etc. Por tanto, dependiendo de la situación de la máquina, y por extensión del grupo de máquinas utilizadas en un lote en cada fase, podemos hacer una triple división del tiempo total, de acuerdo con la figura 31, que es el desarrollo de la figura 30:

- Tiempo neto disponible (TND): tiempo en el que la máquina está produciendo al ritmo especificado. Existen paros que son propios del proceso y que son inevitables ya que o bien son necesarios para la realización del trabajo y son controlados por la propia máquina, o bien sin serlo se producen por fallos también inevitables y requieren la intervención del operario. En adelante estos paros se agrupan con la denominación INE, y el tiempo que realmente está la máquina produciendo lo denominaremos TR; por lo tanto, TR es la diferencia entre el TND menos los paros INE).

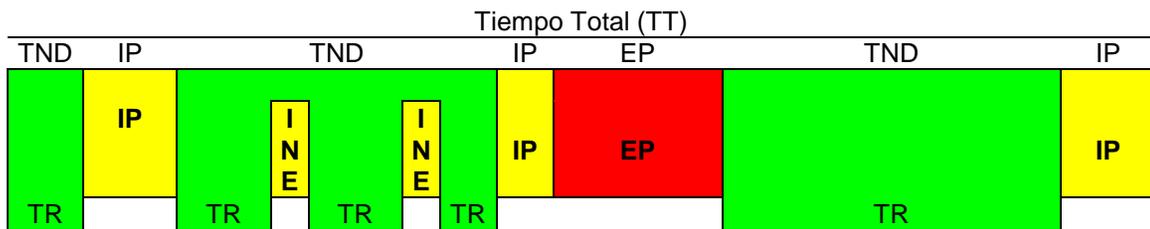
- Tiempo en el que la máquina está parada por tareas de mantenimiento, revisión y limpieza. No hay producción y permite que durante el tiempo de funcionamiento normal (TND) el número de fallos sea limitado. Son paros propios del proceso pero susceptibles de programación. Este tipo de paros se denominan IP.

- Tiempo en el que la máquina está parada por averías o problemas en la programación de la producción. No hay producción, y consideraremos importante la distinción entre costes necesarios y no necesarios, de la subactividad, muertos o vacíos, cuya delimitación permitirá, por su diferente tratamiento, la obtención de una cifra objetiva para el resultado de la producción. El profesor Schneider (1968, p. 145) hace referencia a estos costes denominándolos "*costes no necesarios por exceso de capacidad en el plan económico total*", y establece que si bien influyen en el resultado total de la empresa no deben entrar en el resultado interno de la explotación, y por lo tanto, "*un planteamiento del resultado de la explotación exige, pues, una exacta separación entre los costes necesarios y no necesarios para la producción. El conocimiento del importe*

²³⁶ La finalidad de este apartado es definir claramente el concepto *tiempo activo* para relacionarlo con los costes fijos relativos al periodo que dura el proceso de fabricación. Véase Schneider (1968, p. 225).

de los costes no necesarios es un continuo estímulo para la dirección en lo que concierne a la adopción de la dimensión de las instalaciones industriales a la cifra de ventas lograda"²³⁷. Son paros ajenos al proceso y no esperados. Este tipo de paros los agruparemos bajo la denominación EP.

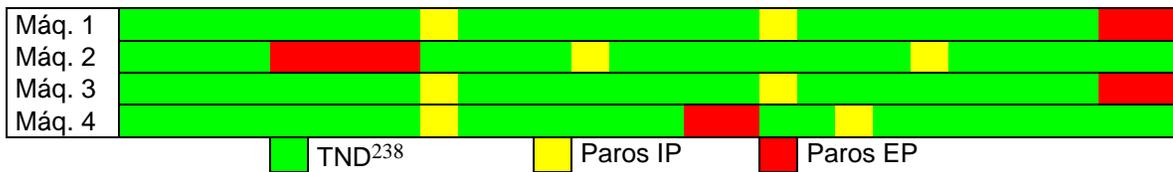
Figura 31
Esquema de tiempos de funcionamiento/paro para una máquina



Fuente: elaboración propia

Suponiendo que el *tiempo total* (TT) es el tiempo necesario para la producción de un determinado lote, caracterizado por un determinado tamaño en kilogramos, una materia y unas dimensiones en un grupo de máquinas, el esquema de la figura 32 recoge los tiempos de funcionamiento y paro para el conjunto de máquinas.

Figura 32
Esquema de tiempos de funcionamiento/paro para un grupo de máquinas



Fuente: elaboración propia

²³⁷ Sigue explicando Schneider la naturaleza de los costes de subactividad: "los costes por exceso de capacidad en el plan se originan debido a que la mano de obra y los medios de explotación existentes al comienzo del ejercicio deben permanecer durante el mismo, aun cuando no sean necesarios para la consecución del programa de producción planeado. Si fuera posible que para cada programa de producción se dispusiera en el plan económico sólo exactamente de aquella mano de obra y medios de explotación necesarios para la realización del mismo, no aparecerían para nada en el plan total costes por exceso de capacidad".

²³⁸ Recoge los paros INE.

El control de la producción se realiza mediante la elaboración de una serie de *ratios de eficiencia* para el conjunto de máquinas de la sección, para cada pedido y dependiendo de la relación de tiempos:

- Ratio de eficiencia de la máquina en función del tiempo que realmente están en marcha TR, sobre el tiempo de funcionamiento, TND (R1):

$$R1 = \frac{TR}{TND} = \frac{TND - INE}{TND}$$

- Relación entre el tiempo que la máquina está en funcionamiento TND y el tiempo total TT (R2)²³⁹:

$$R2 = \frac{TND}{TT}$$

- Relación entre el tiempo propio del proceso (funcionamiento y paros de limpieza y mantenimiento) y el tiempo total TT (R3):

$$R3 = \frac{TT - EP}{TT}$$

Suponiendo que se utiliza el kilogramo como unidad de medida del tamaño de los lotes, la velocidad real, rendimiento del proceso o velocidad efectiva equivale a:

$$Ve = \frac{\text{Kilogramos procesados en el período}}{\text{Duración del período (TT)}}$$

o lo que es lo mismo, si TR es el tiempo real de funcionamiento, Vs la velocidad de servicio (o instantánea si el proceso es estable) y TT la duración del período, entonces Ve:

$$Ve = \frac{TR (h) \times Vs (kg/h)}{TT (h)}$$

²³⁹ Véase Kaplan y Atkinson (1989, p 421).

Considerando que el tiempo real de funcionamiento TR, es:

$$TR = TND - INE = TT - EP - IP - INE$$

El sistema de recogida de información que debe suministrarnos la velocidad de funcionamiento de las máquinas, en el supuesto de que lo haga en otra unidad diferente al kilogramo como puede ser metros/minuto, podemos convertirlas en kilogramos/hora mediante la densidad de la siguiente manera:

$$Vel(kg/h) = Vel(mts/min) * densidad(kg/mts)$$

Conocidos los valores para R1, R2, R3, podemos reconstruir el tiempo total necesario para procesar un lote de un tamaño en kilogramos determinado (llamémosle *m* Kg.) en una máquina o grupo de máquinas de la siguiente manera:

- El tiempo real, con la máquina efectivamente en marcha vendrá dado por la velocidad de servicio para esa materia y título, que podemos calcular:

$$TR = \frac{M(kg)}{Vs(kg/h)}$$

- El tiempo que debemos tener la máquina en marcha, incluyendo los el tiempo correspondiente a los paros propios del proceso e inevitables, que hemos denominado TND, sería:

$$TND = \frac{TR(h) \times 100}{R1}$$

- El tiempo total, incluido cualquier tipo de paro, que ocupará las máquinas o máquina resultará de:

$$TT = \frac{TND(h) \times 100}{R2}$$

Por lo tanto, a efectos del cálculo de costes consideraremos el *tiempo propio del proceso*, el tiempo que la máquina está en funcionamiento (TND) y aquel período que si bien está parada, se trata de paros de mantenimiento o revisión (IP). Por tanto, el tiempo comprometido es:

$$TND + IP = TR + INE + IP = TT - EP$$

Donde EP se obtiene de R3:

$$EP = TT(h) \times \left(1 - \frac{R3}{100}\right)$$

La importancia de la unidad temporal para el procesamiento de la información

De como se procesen los datos de control depende la posibilidad de su utilización, es decir, la dificultad real a la que nos enfrentamos en nuestra investigación es el hecho de trabajar con la previsible gran cantidad de información que nos suministran los sistemas automáticos de control (*CIM* o incorporados).

Por lo tanto la cuestión básica es la referencia o unidad temporal a utilizar, es decir, el cálculo de los parámetros de control para un periodo de tiempo. Pero, ¿qué periodo de tiempo?

Desde nuestra perspectiva, caben dos posibilidades:

- a) Trabajar con parámetros que recojan la duración de todo el lote, o bien,
- b) dividir los lotes en periodos más pequeños, como pueden ser minutos, horas, turnos o días.

La segunda opción, tratar los datos por horas o turnos nos obliga a mantener una gran cantidad de información, incluso el trabajo por turnos, por lo que lo más aconsejable en aras de una mayor sencillez es utilizar el día como periodo mínimo de información.

Estructura del procesamiento de la información

Suponiendo que el puesto de transformación es una máquina apoyada por un operario²⁴⁰, la información sobre velocidades se recoge por el sistema más simple²⁴¹, denominado *encoder* conectado al eje principal que mide el flujo del material; si la velocidad es cero, eso significa que está parado. Por lo tanto, este dispositivo nos genera un fichero de información como la recogida en la tabla 9²⁴².

Tabla 9
Ejemplo de la estructura de la información suministrada por un *encoder*

Fecha	Hora	Velocidad
000201	164000	64.8
000201	164100	64.6
000201	164200	64.9
000201	164300	50.28
000201	164400	25.13
000201	164500	2.1
000201	164600	0
000201	164700	0
000201	164800	0
000201	164900	14.25
000201	165000	37.28
000201	165100	56.9
000201	165200	64.6
000201	165300	64.2

Fuente: fichero de datos recogidos por un *encoder*.

Aunque hay diferentes maneras de programarlo, este fichero nos informa de que el día uno de febrero de 2000 a las 16 horas, 40 minutos, 0 segundos la velocidad promedio del último minuto ha sido de 64,8 kilogramos por hora²⁴³.

Por lo que respecta a la velocidad, medida de manera directa, cabe la posibilidad de encontrarnos con dos tipos de errores:

²⁴⁰ Incluso en el caso de sistemas completamente automatizados se exige una presencia mínima de un operario cualificado.

²⁴¹ Se trata de un dispositivo electrónico que envía información a un ordenador sobre velocidades. Tal y como se definió en su momento corresponde a una forma de medir *deliberada tecnológica*.

²⁴² Se puede programar para que su recogida sea con cualquier otra frecuencia.

²⁴³ En el citado ejemplo la unidad de flujo podría haber sido cualquier otra, así podría haberse programado para considerar el movimiento en kilogramos por minuto, gramos por hora o gramos por minuto.

1) Error de flujo: en realidad el instrumento convierte la velocidad lineal del flujo de material en velocidad de giro, por lo que es básico el conocimiento del caudal lineal de material que está en movimiento, es decir, este sistema únicamente es válido si el caudal es constante y medible.

2) Error de medición: puede darse que por razones técnicas, como puede ser el deslizamiento de los rodillos de medición, la utilización de palas para los flujos, etc. incluyan un error en la propia medición de manera inevitable.

Por lo tanto, para comprobar el reglaje de los sistemas, es imprescindible la validación de su generación, es decir, el reglaje de los sistemas de medición, puesto que aunque el error sea cuantitativamente pequeño o incluso despreciable en una medición correspondiente a un periodo de un minuto, los tiempos de funcionamiento son amplios, por lo que el error acumulado puede ser de un valor considerable si la referencia es de una semana o un mes.

Otra cuestión a considerar son los periodos de paros. Tal y como se ha explicado, es primordial considerar los motivos de paros a los efectos de la generación de valor. Por lo tanto, además de la duración del paro, que en este ejemplo sería aproximada con un redondeo al minuto (estamos aceptando un error inferior a dos minutos al considerar que la velocidad promedio disminuye en lugar de ser constante y el sistema se detiene instantáneamente²⁴⁴), necesitamos conocer la naturaleza del paro, si es necesario para generar valor o no, a los efectos de su ordenación y el cálculo de los parámetros de control.

3.5.4.2 El coste de medir el tiempo

En definitiva, la mejor solución es que el sistema, la máquina, disponga de sensores que identifiquen entre una amplia variedad de motivos de paro los más frecuentes aunque para el resto exija la intervención del operario de apoyo.

Desde la perspectiva de la Economía de la Información se plantea un problema a la hora de establecer el coste de medir el tiempo, hasta el momento no es habitual que un empresario decida acometer la inversión necesaria para la recogida de datos sobre

²⁴⁴ Por lo tanto en nuestro ejemplo se identifica como minutos de paro del cuarenta y seis al cuarenta y ocho, es decir, tres minutos.

tiempo como finalidad única, lo cual permitiría conocer el coste de la información, por cuanto, habitualmente esta información es un *output* más para aquellas empresas que disponen de sistemas de fabricación *CIM* con un nivel de desarrollo mayor o menor.

En estos casos la disponibilidad de esta información es el resultado de la inversión realizada y, en consecuencia, los costes soportados por los sistemas *CIM* han sufrido un crecimiento con respecto a los sistemas de fabricación tradicionales ya que precisan de equipos y, sobre todo, de personal altamente especializado²⁴⁵. Desde esta perspectiva, y teniendo en cuenta que el fin último de un sistema *CIM* es la fabricación de productos y que la información sigue teniendo la finalidad principal de servir al propio sistema en la programación y control de las actividades, se podría decir que el contable de gestión utiliza como materia prima para su modelo lo que, desde la perspectiva del empresario/decisor sería un subproducto del sistema, con la peculiaridad de ser de uso interno y, por lo tanto, de difícil valoración en el mercado, por lo que desde a los efectos del cálculo de costes en la producción conjunta se asumiría a un coste nulo²⁴⁶.

Una segunda cuestión es que pueden existir unos costes difícilmente cuantificables como consecuencia de que en nuestras hipótesis consideramos que los operarios pueden ser contrarios a realizar la medición debido a la connotación negativa de control que eso supone si ellos influyen sobre la eficiencia de las tareas desempeñadas por las máquina²⁴⁷, dificultad que puede desembocar en dudas razonables sobre la calidad de la información.

Por lo tanto la dependencia de mediciones de operarios lleva a la utilización de estándares por la dificultad de repetir constantemente las mediciones, que limita la certeza en las decisiones, y que limitará la riqueza del modelo de costes.

²⁴⁵ Kaplan y Atkinson (1989, p. 428) destacan que en un entorno *CIM* una parte importante de los costes se sustituye mano de obra directa por muchos trabajadores "indirectos" en referencia a los diseñadores de producto, ingenieros de *software*, operadores de sistemas y trabajadores de mantenimiento. Además las inversiones son muy importantes antes de que se ponga en marcha la producción: diseño del producto, elaboración de prototipos, programación, diseño del proceso, adquisición de equipos, y la depuración del diseño del producto y del proceso.

²⁴⁶ Véase Blanco Dopico (1994, p. 142).

²⁴⁷ La dificultad aumenta si el proceso es realizado por el propio operario (es intensivo en mano de obra) y debe ser el propio operario el que realiza el control de tiempos.

3.5.4.3 Establecimiento de estándares: la agregación "controlada"

Suponiendo, por lo tanto, que se dispone de un sistema electrónico y que se identifican los motivos de cada uno de los paros, ya sea con sistemas también tecnológicos o mediante la participación de los operarios, se procede al establecimiento de los estándares de velocidades y paros para cada tipo de producto e itinerario, lo que, en definitiva, supone un proceso de agregación, dentro de una estructura orden punto de transformación-producto, si bien dicha agregación se realiza en un grado inferior a los sistemas de costes basados en las actividades y muy inferior a los modelos funcionales.

El proceso de elaboración de estándares de velocidades y paros se realiza, para cada lote, con una unidad de tiempo establecida por el "ciclo básico de actividad"²⁴⁸ (puede ser equivalente al turno laboral de ocho horas o una jornada completa de tres turnos) y, en cada punto de elaboración, en tres etapas:

1ª. Codificación de los paros de acuerdo con los tres grupos definidos y posteriormente calcular los rendimientos (parámetros de control: R1, R2 y R3).

2ª. Determinación de velocidad media y eficiencias: se calculan los parámetros de control para cada puesto de trabajo y lote de producto, lo cuales serían:

1) La velocidad real (o de servicio) media durante el periodo t para el lote z en cada máquina con valores distintos de cero y teniendo en cuenta que los intervalos de medida proporcionados por el sistema electrónico sean iguales, (un minuto por ejemplo²⁴⁹):

$$\bar{V}_{z,t} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{s_i}}{n} \quad \forall v_i > 0$$

2) La suma de tiempo de los paros inevitables y no esperados, tal y como se definió aquellos necesarios para el proceso productivo pero que no se sabe cuando aparecen son todos los correspondientes a la puesta en marcha, por ejemplo.

²⁴⁸ La consideración de este ciclo básico de actividad es de vital importancia ya que tiene que ser equivalente a la unidad de programación de la producción.

²⁴⁹ Los periodos de lectura son programables, en caso contrario se utilizarían medias ponderadas.

3) La suma de tiempo de los paros inevitables pero programados, aquellos necesarios pero que se puede decir cuando aparecen, son los correspondientes a las tareas de mantenimiento.

4) La suma de tiempo de los paros evitables pero programados, en el sentido de que se decide, a priori, cuando aparecen, serían los correspondientes a paros por falta de trabajo, por ejemplo.

5) A continuación se calculan velocidades y rendimientos medios para cada lote y día, si es que la empresa trabaja a dos o tres turnos. El cálculo sería mediante una media ponderada por el tiempo neto disponible, es decir, el tiempo que realmente está generando valor el puesto de trabajo junto con aquellos paros propios del proceso, que son inevitables e inesperados.

3ª. Se calculan los límites de control de ensayo teniendo en cuenta que:

a) Dependiendo de la información disponible es conveniente observar las gráficas de las frecuencias relativas para comprobar que los procesos siguen un comportamiento normal, y si es posible, identificar la función de probabilidad. En caso necesario, se eliminan aquellos valores anómalos o no explicados y se calculan de nuevo las medias (se trata de una fase de depuración de mediciones). De la eficacia de estas operaciones depende la validez del modelo, puesto que, en caso contrario, obligaría a constantes correcciones.

b) Los periodos de funcionamiento no tienen por qué ser homogéneos, lo que obliga a ponderar las medias de las velocidades reales:

$$\bar{V}_{z,t} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{V}_{z,t_i} \cdot t_i}{\sum t_i}$$

y los rangos de las velocidades:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \cdot t_i}{\sum t_i}$$

y los límites de control, de acuerdo con la metodología general (Wetherill y Brown, 1991 o Besterfield, 1994²⁵⁰) para la velocidad media y los rangos serán:

$$\begin{aligned}UCL_{\bar{v}} &= \bar{\bar{v}} + 3\sigma_{\bar{v}} & UCL_{\bar{R}} &= \bar{\bar{R}} + 3\sigma_{\bar{R}} \\LCL_{\bar{v}} &= \bar{\bar{v}} - 3\sigma_{\bar{v}} & LCL_{\bar{R}} &= \bar{\bar{R}} - 3\sigma_{\bar{R}}\end{aligned}$$

donde UCL es el límite de control superior, LCL es el límite de control inferior y las desviaciones estándar son de la media de la velocidad y de rango, de acuerdo con la siguiente fórmula general:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 \cdot t_i}{\sum t_i} - \left(\frac{\sum X_i \cdot t_i}{\sum t_i}\right)^2}$$

límites que utilizaremos posteriormente para realizar el control permanente.

Al igual que se ha procedido con la velocidad, se repiten los cálculos con los valores de los coeficientes de los rendimientos R1, R2 y R3.

Un sistema automático de recogida de la información permite el control permanente incluso en tiempo real o con desfases de menos de una jornada de duración, tarea que sin dicho sistema no podría llevarse a cabo.

Matrices estructuradas

Es la aplicación del cálculo matricial *input-output* en el ámbito de la producción previo al cálculo de costes. La utilización de matrices estructuradas tiene la ventaja de una transparencia y visibilidad elevadas, así como una gran sencillez al reducir al mínimo las necesidades de programación y permitir su reestructuración con la simple alteración de algunos datos en las tablas (López Cruces, 1993 y 1997)²⁵¹.

Proponemos por tanto la utilización de un *DSS* que soporte un modelo de matrices estructuradas en la línea del trabajo de Sakate y Toyama (1992).

²⁵⁰ Spanos *et al.* (1992) proponen el diseño de un sistema de control estadístico en tiempo real aplicando el análisis ARIMA a los datos obtenidos mediante el SPC.

²⁵¹ La aplicación del cálculo matricial y el análisis *input-output* ha sido ampliamente tratado en la literatura por Livingstone (1969), López Díaz (1973), Requena Rodríguez (1975), García García (1984), Menéndez Menéndez (1985) y Gonzalo Angulo (1992), entre otros.

Calculados los estándares de las velocidades y de los rendimientos se procede a estimar el tiempo de producción necesario para fabricar una cantidad de un producto determinado de acuerdo con un recorrido en planta por los diferentes puestos de transformación o elaboración, tal y como se presentan en la tabla 10.

Tabla 10
Velocidades estándares por producto y fase

centros transf. productos	1	2	...	n
1	\bar{v}_{11}	\bar{v}_{12}	...	\bar{v}_{1n}
2	\bar{v}_{21}	\bar{v}_{22}	...	\bar{v}_{2n}
...
m	\bar{v}_{m1}	\bar{v}_{m2}	...	\bar{v}_{mn}

Así como una tabla para cada uno de los valores para los distintos rendimientos R1, R2 y R3:

Tabla 11
Eficiencia por producto y fase ($R_i ; i=1, 2, 3$)

centros transf. productos	1	2	...	n
1	R_{11}	R_{12}	...	R_{1n}
2	R_{21}	R_{22}	...	R_{2n}
...
m	R_{m1}	R_{m2}	...	R_{mn}

Definimos a V como una matriz de rango $[m,n]$ compuesta por las $m*n$ velocidades de servicio asignadas a m productos en filas cada puesto de transformación que son las n columnas:

$$V = \begin{matrix} \bar{v}_{11} & \bar{v}_{12} & \dots & \bar{v}_{1n} \\ \bar{v}_{21} & \bar{v}_{22} & \dots & \bar{v}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{v}_{m1} & \bar{v}_{m2} & \dots & \bar{v}_{mn} \end{matrix}$$

E igualmente tendríamos una matriz para cada uno de los coeficientes:

$$\bar{R}1 = \begin{matrix} \bar{R}1_{11} & \bar{R}1_{12} & \dots & \bar{R}1_{1n} \\ \bar{R}1_{21} & \bar{R}1_{22} & \dots & \bar{R}1_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{R}1_{m1} & \bar{R}1_{m2} & \dots & \bar{R}1_{mn} \end{matrix}$$

$$\bar{R}2 = \begin{matrix} \bar{R}2_{11} & \bar{R}2_{12} & \dots & \bar{R}2_{1n} \\ \bar{R}2_{21} & \bar{R}2_{22} & \dots & \bar{R}2_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{R}2_{m1} & \bar{R}2_{m2} & \dots & \bar{R}2_{mn} \end{matrix}$$

$$\bar{R}3 = \begin{matrix} \bar{R}3_{11} & \bar{R}3_{12} & \dots & \bar{R}3_{1n} \\ \bar{R}3_{21} & \bar{R}3_{22} & \dots & \bar{R}3_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{R}3_{m1} & \bar{R}3_{m2} & \dots & \bar{R}3_{mn} \end{matrix}$$

Dependiendo del itinerario productivo (la selección de los centros de actividad i para el lote j) y de la asignación de cargas de producción se obtiene el tiempo real de trabajo:

$$TR_{ij} = \frac{M_{ij}}{\bar{V}_{ij}}$$

Mientras que el tiempo que debemos tener en marcha la máquina incluyendo los paros propios del proceso e inevitables, será:

$$TND_j = \sum_{i=1}^n \frac{TR_{ij}}{\bar{R}1_{ij}}$$

Asimismo, el tiempo total o capacidad del centro de actividad, incluido cualquier tipo de paro:

$$TT = \sum_{j=1}^m \frac{TND_j}{R2_j}$$

Y el tiempo para todo el proceso incluidos paros de mantenimiento, limpieza, etc. (paros IP):

$$TT - EP = TND + IP$$

Por lo tanto, despejando obtenemos el tiempo de subactividad:

$$EP = TT - TND - IP$$

3.5.5 Valoración de la producción. Cálculo de los costes de producir

Suponiendo que la actividad de asignar valores es una tarea objetiva y determinista, el cálculo de costes consiste en conocer el valor de cada porción de factor consumido en una serie de procesos dirigidos desde una perspectiva técnica, que ordenados en el tiempo, han dado como resultado una unidad concreta de un producto o servicio; es, por lo tanto, una operación a posteriori en la que la suma del valor de los diferentes factores consumidos en cada unidad supone el cálculo de coste de esa unidad, y su evolución en el tiempo posibilita una de las actividades claves en la gestión actual de la empresa: el control de costes o lo que es lo mismo, el estudio de la evolución de los costes a lo largo del tiempo. Dependiendo de cuál sea el eje del sistema contable diferenciamos entre sistemas de costes por secciones ya que, *"si éstas son los pilares básicos de la estructura interna de la empresa, auténticas generadoras de costes y rendimientos y fuente principal del resultado, que viene determinado como suma o cómputo de los producidos por cada una de ellas"*, mientras que en los sistemas de

costes por pedidos "*este resultado se determina como suma de los habidos en cada uno de los pedidos u órdenes de fabricación*" (Mallo, Mir, Requena y Serra, 1994, p. 351).

Antes de presentar las opciones del modelo es preciso comentar una serie de puntos sobre la naturaleza de la Contabilidad de Costes²⁵² como sistema de información para la gerencia, que exigirá disponer de la información suficiente para limitar la incertidumbre de la decisión:

1) La Contabilidad de Costes, y en concreto su aplicación a una empresa, es decir, el correcto funcionamiento del modelo de costes, es un fin en si mismo únicamente para el contable de gestión, para el resto de la organización es sólo un medio (*importancia relativa*).

2) Desde la perspectiva de costes *ex-post*, la evaluación económica de los acontecimientos que suceden en la organización es subsidiaria de la realidad, de la aplicación en el tiempo de saberes técnicos que es la finalidad de la empresa, es decir, la aplicación de una técnica que se domina para conseguir un producto o servicio que se intercambia en el mercado (*subsidiaridad de la realidad*). Únicamente en situaciones de previsión o simulación de la realidad, esta es dependiente de la evaluación económica, ya que la realidad futura es dependiente a su vez del hecho fundamental que es la decisión.

3) La Contabilidad de Costes debe ser fiel a la realidad de la empresa en cada momento en función de las necesidades de los usuarios de la información, por definición internos. No se puede esperar que la realidad se adapte al modelo (*representatividad atemporal de la realidad*).

4) El modelo de costes no debe generar más incertidumbre de la existente, es decir, debe ser absolutamente determinista y generar la confianza necesaria por parte de los usuarios de la información (*confiabilidad*).

5) La condición anterior exige que el modelo de costes adopte de partida las mismas premisas que se adoptan en la faceta técnica de la empresa, tanto en sus aspectos

²⁵² Son un desarrollo del enfoque de las secciones orgánicas de la doctrina germánica.

operativos como las repercusiones en decisiones estratégicas y tácticas (*sumisión a las directrices generales*).

6) El grado de desarrollo, o riqueza, del modelo de costes tiene una relación directa con la capacidad del contable de gestión para recoger, procesar y comunicar la información necesaria que explique a quien sea preciso de la organización qué, cuándo, cómo y cuánto se produce así como cuánto cuesta producirlo con el nivel de desglose de la información suficiente (*consciencia técnico-económica*). Obviamente para un grado de desarrollo determinado existe una relación directa entre la complejidad de la realidad y la capacidad exigida al contable de gestión. Esta capacidad está a su vez directamente relacionada con la disponibilidad de medios técnicos y humanos, por lo tanto debe estar continuamente presente la evaluación económica del propio sistema de información. Cabe la posibilidad de definir un umbral de materialidad dejando de incorporar cierta información siempre que no altere en esencia la evaluación del coste.

7) Como consecuencia de lo anterior, el contable de gestión debe estar capacitado para resolver problemas de recogida, elaboración y comunicación de la información sobre las actividades desempeñadas, y salvo que se le ordene, no debe implicarse en el desempeño de dichas actividades (*neutralidad*).

En definitiva, desde una perspectiva contingente, es la realidad la que determina el esfuerzo necesario para alcanzar un modelo con un grado de desarrollo suficiente de manera que cuanto mayor es la complejidad, mayor es la necesidad de información. Además, si se considera el enfoque de la Economía de la Información, el esfuerzo debe ser el adecuado. En este sentido dependiendo de la finalidad del modelo de costes hablar de esfuerzo equivale a hacerlo del nivel de desglose necesario, y por lo tanto de la manera de resolver el problema del reparto de los costes comunes.

Sistemas de acumulación de costes. Métodos de cálculo

La diversidad de la realidad y de las necesidades de los usuarios exigen diferentes maneras de acumular los costes. Así, dependiendo del modelo de asignación se distingue entre sistemas inorgánicos, que relacionan de forma inmediata el valor de los consumos de los medios productivos utilizados con el valor del producto o servicio obtenido, y los

sistemas orgánicos que establecen una doble relación funcional a efectos de la consideración del valor de coste final (Mallo, Mir, Requena y Serra, 1994, p. 52).

De acuerdo con Blanco Dopico (1994, p. 84) "*los sistemas de acumulación se clasifican con base en el objeto de acumulación: el pedido o departamento*". Ahora bien, existen diferentes maneras de acumularlo:

- a) Según el momento del cálculo: costes constatados o reales, y
- b) según los métodos elegidos para el cálculo del coste: coste completo, de imputación racional, parcial y marginal.

Y en el caso que nos ocupa, los modelos a costes completos se presentan según el modelo de asignación de acuerdo con la clasificación que recogemos en la tabla 12.

Tabla 12
El modelo de acumulación de costes completos

Inorgánicos.	Históricos.		Modelo anglosajón por órdenes de fabricación.
			Modelo anglosajón por procesos.
Predeterminados: modelo de costes estándar.			
Orgánicos.	Históricos.	Modelo funcional (tradicional).	Contabilidad por secciones de Schneider.
		Modelo basado en las actividades.	
	Predeterminados.	Modelo funcionales (tradicional).	Contabilidad por secciones de Schneider.
		Modelo basado en las actividades.	

Fuente: basado en Vera Ríos (1993), Mallo, Mir, Requena y Serra (1994), Morales Caparrós y Requena Jiménez (1994).

3.5.5.1 Contabilidad de costes previsional e histórica

Si la necesidad es decidir en situación de certidumbre y la Contabilidad de Gestión es el medio que permite superar esa situación. La decisión se puede estudiar desde una triple perspectiva: el objeto/justificación de la decisión o resultado esperado (por qué o

para qué), la persona que decide y el entorno en el que lo hace (quién, cuándo y dónde) y el medio sobre el que se ejerce o se deja de ejercer el cambio o acción (cómo) dentro de una relación causa-efecto. Una misma decisión puede suponer infinitas acciones: compatibles, complementarias, excluyentes y sustitutivas y, además, una decisión puede llevar a un proceso de decisiones encadenadas.

En función de su frecuencia, la decisión y, por lo tanto, la acción que potencialmente se lleva a cabo, puede ser de dos tipos:

1) Habitual: si existe una acción realizada con frecuencia y con un cierto grado de automatismo por parte del actor ya que se repite el objeto de la misma (el *por qué* o *para qué*), al que va unida una técnica o metodología (el *cómo*), y se suele mantener el resto de componentes de la decisión dentro de un ámbito en la relación causa-efecto.

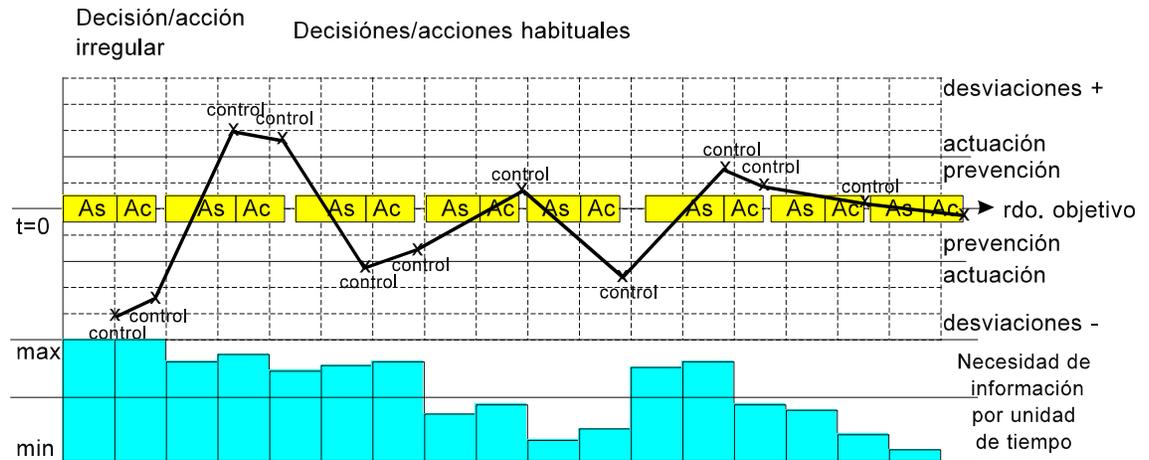
2) Irregular: el objeto o finalidad se presenta en intervalos tan grandes de tiempo que cambian por completo las condiciones en las que se toma la decisión, los medios, etc.

Estos dos tipos de decisión-acción presentan incertidumbres diferentes y de hecho cualquier tipo de acción empieza la primera vez siendo irregular²⁵³ y en función del número de repeticiones medias por unidad de tiempo se convierte en habitual.

En lo que se refiere a las acciones habituales, si se desea conocer la evolución de los esfuerzos, a lo largo del periodo de tiempo en el que se aplican las acciones fruto de la o las decisiones, se procede a realizar controles desde la perspectiva del "esfuerzo necesario", es decir, se realizan los mínimos controles que permitan información suficiente para reducir e incluso eliminar la incertidumbre y guiar el devenir de los acontecimientos hacia el destino buscado. Para ello se clasifican las decisiones en críticas (aquellas cuyas consecuencias erróneas nos alejan considerablemente de los objetivos y supone un coste muy elevado corregirlas, o incluso es imposible hacerlo) y decisiones secundarias, (aquellas que son fácilmente de enmendar si se comete un error) y se aplican los controles necesarios en el momento de tiempo oportuno, tal y como se muestra en el ejemplo para un solo proceso repetitivo (podría ser la fabricación de ocho unidades de una variedad de productos en una máquina) en la figura 33.

²⁵³ Por lo tanto da lugar a lo que es un proceso de prueba-error o de aprendizaje humano.

Figura 33
Control y aprendizaje en actividades homogéneas²⁵⁴



Fuente: elaboración propia

Las operaciones de control consisten en comparar el resultado obtenido con el resultado objetivo. Durante las primeras actividades (unidades), debido a la falta de información previa, ya que se necesita más de la existente, los resultados observados después de cada acción quedan fuera del margen o línea de prevención exigiendo acciones correctoras. Según aumenta la información disponible (por lo tanto disminuye la necesidad de información y la incertidumbre) se eliminan controles salvo que ocurra algo inesperado tal y como se observa en el tramo final de la figura. En caso de que no se obtenga el resultado esperado, el proceso de control va más allá de la recogida únicamente del resultado final, exige asimismo la recopilación de toda aquella información necesaria para comprender los acontecimientos y esclarecer todas las relaciones causa-efecto. Las correcciones se realizan comparando dichos valores con los objetivos y el de los *inputs* utilizados en actuaciones anteriores. De cualquier modo, tal y como se ha venido comentando a lo largo de este documento, una vez dominada la relación causa-efecto y estabilizado el proceso, la necesidad de información es mínima, apareciendo acciones automáticas ante las desviaciones, que por lo general serán conocidas.

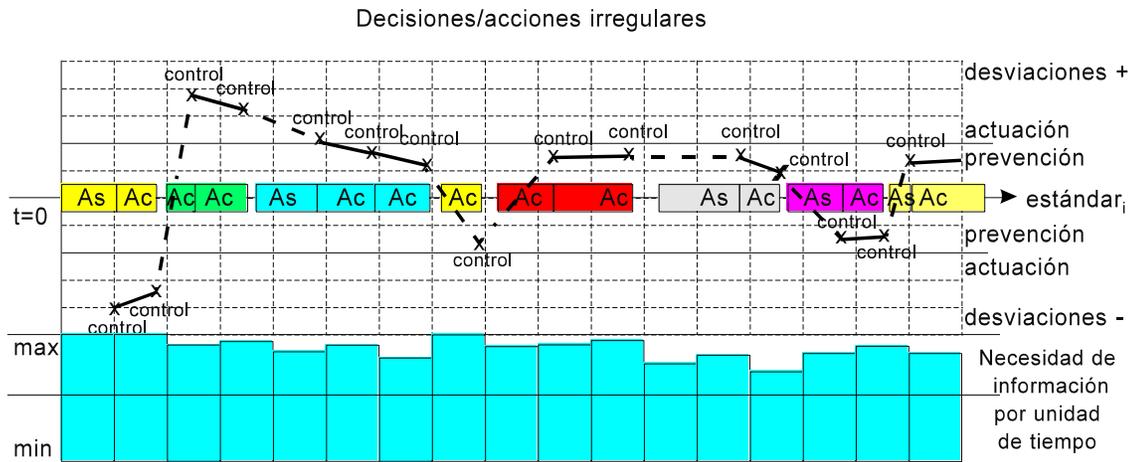
Teniendo en cuenta que uno de los indicadores más importantes de la gestión de una organización es el beneficio, magnitud de tipo económico, no técnico, en relación al

²⁵⁴ Ac - acciones críticas (producción); As - acciones secundarias (preparación de la máquina).

mencionado control, éste será de tipo técnico y su traducción económica necesaria para observar desviaciones finales en el beneficio. Por lo tanto, el resultado objetivo o estándar tiene una doble naturaleza, técnica y económica.

Supongamos ahora el ejemplo de un proceso que fabrica productos diferentes dentro de un sistema idéntico al recogido en la figura anterior. En esta ocasión, cada acción es repetitiva, independiente en sí misma y diferente, lo que nos lleva a una figura como la 34 (en la que se representa la fabricación de ocho unidades de ocho variedades diferentes de un producto en una máquina).

Figura 34
Control y aprendizaje en actividades heterogéneas



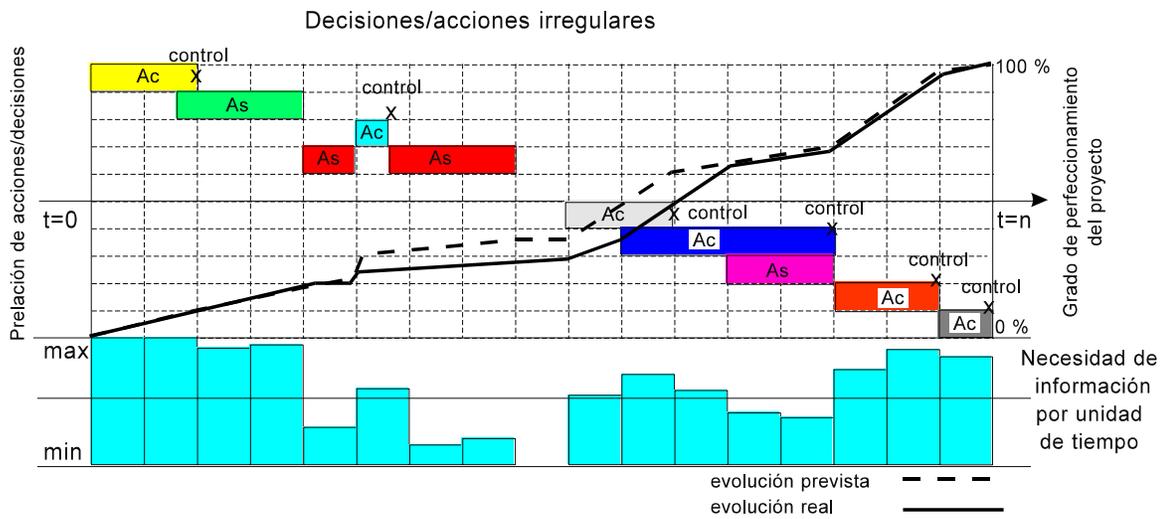
Fuente: elaboración propia

En este caso tenemos tantos valores objetivos o estándares como acciones o decisiones a realizar. Además, el control se hace más complejo al no tener una continuidad plena, si bien todas las acciones tienen algún factor común, ya sea el fin, la tipología de los productos, o generalmente los medios, la técnica (en el ejemplo puede ser la máquina), que dentro de toda su amplitud mantiene una parte común a toda la variación de procesos y productos, de ahí los trazos discontinuos en la figura. La competitividad lleva a asumir procesos con mayor complejidad como factor diferenciador, generador de valor añadido y barrera de entrada a potenciales competidores, entonces el control se apoyará en esa técnica o factor común para poder mantener los resultados dentro del margen apetecido que, como decimos, por lo general será más difícil de conseguir que en el caso anterior. Como se observa, se hace un

control de todas las acciones críticas o secundarias, tanto desde la perspectiva técnica así como económica, al igual que en el caso anterior, y se mantiene un nivel elevado de necesidad de información a lo largo del tiempo.

En definitiva, es el factor común el punto de referencia para la realización del control y el aprendizaje (véase figura 35).

Figura 35
Control y aprendizaje en actividades enmarcadas en proyectos²⁵⁵



Fuente: elaboración propia basado en Mallo, Mir, Requena y Serra (1994), p. 504.

El caso de trabajar con proyectos presenta ciertas peculiaridades. Para empezar, hay que diferenciar proyectos que mantienen algún componente de las decisiones permanentemente (puede ser, al igual que en el caso anterior, la técnica); en esa situación existen estándares que permiten hacer un control con una relativa necesidad de información superadas las etapas iniciales de planificación y programación del proyecto. La dificultad reside en el caso en que se trate de proyectos de investigación en los que no existe ningún patrón común con proyectos anteriores y además, el resultado del mismo es incierto en gran medida.

En el ejemplo que acompañamos se observa cierta desviación en las etapas intermedias que se recupera en el tramo final, además el control únicamente se realiza sobre actividades críticas y la necesidad de información es más irregular que en los casos

²⁵⁵ Ac - acciones críticas; As - acciones secundarias.

anteriores y más específica para cada etapa. En este caso el control económico se realiza en función de las tareas desempeñadas y los recursos consumidos, que están identificados en los documentos del proyecto.

En los tres casos citados cabe la posibilidad de considerar la información para el control, tanto desde una perspectiva de valor absoluto de los costes, y estaríamos ante un modelo de costes históricos, o bien desde una perspectiva relativa frente a los valores referencia, o más comúnmente denominados estándares, por lo que estaríamos ante un modelo de costes previsionales. El modelo básico de formación de coste puede estar basado en funciones o actividades, puesto que es independiente.

Ahora bien, a la hora de definir estos valores de referencia y, en concreto, en lo que a estándares técnicos se refiere, caben varias posibilidades (Hansen y Mowen, 1999, p. 328):

- 1) La experiencia histórica, en función de los valores registrados en el pasado en función de cada tipo de producto y proceso productivo. Tienen el problema que su utilización sin más incluye ineficiencias,
- 2) estudios de ingeniería, en particular en lo que a tiempos y movimientos se refiere, y
- 3) determinarlos con la ayuda del propio personal de planta.

Aunque es más detallada la clasificación que hacen Mallo, Mir, Requena y Serra (1994, p. 324 y ss.) en la que consideran por separado materiales, mano de obra directa y los costes indirectos de fabricación.

El problema al que hace mención el primer punto nos da pie a reflejar la clásica división de estándares que presentan los mismos autores:

- a) Estándar óptimo o teórico: supuesta la posibilidad de utilizar la capacidad productiva, de la forma más eficiente.
- b) Estándar normal: supone corregir el estándar óptimo con las condiciones habituales de producción, es decir, recoge una situación que se puede considerar normal de trabajo a juicio del responsable de la sección o departamento.
- c) Estándar práctico o esperado: basado en condiciones eficientes de producción en un futuro inmediato. Es menos ambicioso que el estándar óptimo al prever pérdidas normales de materiales así como determinados tiempos inactivos, pero su logro debe representar una ejecución satisfactoria y eficiente.

El problema aparece en la estimación o definición de costes en las situaciones en las que no existe información de partida sobre la decisión a tomar, es decir, en los primeros procesos, ya sean sobre producciones homogéneas o heterogéneas, y especialmente en los proyectos, en particular los científicos.

En estos casos la solución pasa por dos vías: la definición de unos estándares subjetivos en función de la experiencia de los interesados, o bien la utilización de la metodología denominada Costes Paramétricos, que se expondrá dentro del epígrafe dedicado a las funciones de costes.

Desde otra perspectiva y supuesto que contamos con un sistema automático de recogida de información, Scheer (1988, p. 154) divide la estimación de costes para pedidos en "*costes preliminares, costes estadísticos, estimación de costes planificados y costes para fijar precios*". Según este autor, la estimación de costes es "*la que recibe menor atención en las discusiones de asuntos económicos en contabilidad. Por el contrario, tienden a dominar las técnicas contables que comienzan con las estructuras de datos finales de ensamblaje de productos y calendarios de trabajos*". En este sentido, Scheer afirma que en la etapa de diseño, en el curso de estimación de costes, debe estar disponible para el diseñador la información sobre costes a los diferentes niveles de agregación, en un doble sentido, diferenciando los diseños con la finalidad de incluir variaciones en un diseño existente o, en segundo lugar, el orientado hacia nuevos productos, productos únicos, prototipos, etc. Es en este último caso en el que se aplica los siguientes métodos de estimación de costes:

1- Tasas estándar: tamaños estándar y similitudes. Se parte de la información disponible sobre proyectos antiguos.

1.a) Estimación de costes basada en valores característicos o tamaños estándar.

1.b) Estimación de costes basada en similitudes.

2- Analítica: datos de diseño y calendario de trabajo, lista de materiales, datos de equipamiento, etc. Se hace un análisis pormenorizado según la composición del producto en tareas y su repercusión general, tanto en recursos materiales como en tiempo.

2.a) Estimación sobre datos de diseño o geométricos.

2.b) Estimación a partir de datos de producción primarios (calendario, materiales, equipamiento, etc.)²⁵⁶.

Nuestro modelo se encuadra en este último tipo de estimación.

3.5.5.2 Sistemas de costes basados en funciones

Por lo que respecta a los sistemas de cálculo de costes basados en funciones, y desde una perspectiva general (Hansen y Mowen, 1999, p. 107) "*asignan el coste de los materiales directos y de la mano de obra directa a los productos mediante la afectación directa. Los costes generales, por el contrario, son asignados utilizando criterios de reparto. Específicamente se utilizan criterios de actividad considerando la producción de unidades finales, que son los factores que causan cambios en los costes cuando hay variaciones en las unidades producidas*". Básicamente el problema es que este reparto de los costes indirectos se hace bajo la suposición de que los costes indirectos de los factores consumidos por los productos están muy correlacionados con el número de unidades producidas. Los ejemplos más habituales de este tipo de criterios de reparto son las unidades producidas, horas de mano de obra directa, gastos en mano de obra directa, horas máquina, consumo de materiales directos, entre otros.

De acuerdo con la estructura de la tabla 12 existen diversos enfoques planteados en el método de cálculo, distinguiendo entre los costes completos y los costes parciales (Cañadas Molina, 1994; Mir, 1994; Morales y Requena, 1994) y en lo que se refiere a los centros de coste (Vera Ríos, 1993)²⁵⁷.

En definitiva, las diferencias en el tamaño de los productos, en su complejidad, en los tiempos de preparación y en el tamaño de los lotes, entre otras, unidas a la consideración de la sección o departamento como lugar de reparto de los costes

²⁵⁶ Según Scheer, el procedimiento habitual para la estimación de productos compuestos de múltiples piezas requiere la descomposición sintética de la lista de materiales desde los mismos hasta el producto final. Además, los costes de fabricación de cada parte son calculados utilizando calendarios de trabajo anteriores, por lo cual los tiempos de producción de las tareas son continuamente multiplicados por la tasa de hora máquina para el grupo de equipos a considerar y sumada en conjunto. Es parecido al de estimación basada en similitudes.

²⁵⁷ Vera, en la línea del Plan francés de 1982, plantea diferencias en sentido terminológico (sección homogénea, sección de coste, departamento o centro de análisis no son sinónimos), y en cuanto al grado de homogeneidad y discriminación de los centros de coste, entre otras.

indirectos produce distorsiones dependiendo de la unidad de reparto elegida en función de su nivel de agregación.

3.5.5.3 Sistemas de costes basados en actividades

Se trata de una orientación del modelo de costes planteada por Kaplan y Cooper²⁵⁸ hacia el esquema de la posición competitiva de la empresa, "*como instrumento esencial para interpretar la tensión entre la consecución del máximo beneficio empresarial y conseguir la satisfacción continua de la clientela, mediante la interpretación adecuada de las señales que manda el mercado*" (Mallo 1994, p. 159).

Su origen se encuentra en los EE.UU. en la práctica de varias empresas y una serie de formulaciones teóricas (Church, Staubus, Porter, Miller y Vollman) en las que se apoyaron Kaplan, Johnson y Cooper para formalizar el sistema de determinación de costes basados en las actividades.

Las posibles soluciones al problema de la distribución de los costes indirectos son la reorientación de la distribución, se orientan a convertir en asignado lo que hasta ahora era repartido. Esto significa un esfuerzo en aumentar la intensidad en el proceso de rastreo de los costes, es decir, incrementar el nivel de desagregación identificando directamente los consumos de factores al relacionarlos con los hechos que los motivan, es decir, la actividad.

La lógica de las actividades referidas a los costes "*en lugar de centrarse en la acumulación de los costes indirectos por centros de responsabilidad, postula la acumulación de los costes en función de las actuaciones inherentes a los procesos de realización de los productos*"(Castelló y Lizcano, 1994a, p. 44)²⁵⁹, realizándose la

²⁵⁸ Cooper y Kaplan (1988a y 1988b).

²⁵⁹ La profesora Castelló y el profesor Lizcano hacen referencia al Sistema de Gestión y de Costes Basado en las Actividades como un sistema único con una doble vertiente (dualidad), la gestión de actividades (*Activity Based Management, ABM*) y su influencia en los costes (*Activity Based Cost*): "*este enfoque centra su atención en los procesos o conjuntos de actividades que deben acometerse para obtener un output; ahora bien, el análisis puede centrarse en términos de costes (análisis vertical), o bien orientarse hacia la propia ejecución de las actividades (análisis horizontal), en donde el coste pierde relevancia, pasando a primer plano el concepto de gestión de las actividades*", (*op. cit.*, p.51), permitiendo la mejora de los procesos (Senyshen, 1998).

asignación de los costes en dos fases: en la primera se asignan los costes a las actividades y en la segunda se asignan a los productos los costes de las actividades.

En la primera fase, la asignación se realiza en cinco etapas (Sáez Torrecilla, *et al.*, 1993, p.199): la asignación de los costes indirectos a los centros, la identificación de las actividades por centros, la determinación de los generadores de costes de las actividades, la reclasificación de las actividades y la distribución de los costes del centro entre las actividades.

El conocimiento y el control de las actividades exige una mayor cantidad de información, que permite este mayor nivel de desagregación y, por lo tanto, la exigencia de un nivel de desarrollo del sistema de información muy superior al implícito en los costes por funciones y, lo más importante, referido tanto en unidades físicas como monetarias que son los atributos de las actividades dependiendo de su finalidad: clases de recursos consumidos, tiempo utilizado por los trabajadores en una actividad, objetos de coste que consumen el *output* de una actividad, *output* resultante de la actividad, etc. En definitiva, si los costes por funciones utilizan básicamente referencias a qué, cuánto y dónde se realizan las actividades, en los costes por actividades se trabaja directamente con el qué, cuánto y cómo, de manera tal que para identificar las actividades que realiza una empresa es necesario dar respuesta a cuestiones tales como: ¿cuántos empleados hay en su departamento? (las actividades consumen mano de obra), ¿qué hacen? (las actividades son gente o máquinas haciendo cosas para otras personas), ¿qué recursos son utilizados en cada actividad?, ¿cuáles son los resultados de cada actividad?, ¿qué o quién utiliza esos resultados?, ¿cuánto tiempo se dedica a cada actividad?, entre otras.

Toda esta información se organiza en el denominado *diccionario de actividades* (Hansen y Mowen, 1999, p. 118 y ss.): *"El diccionario de actividades recoge las actividades, normalmente utilizando un verbo de acción y un objeto que recibe la acción, describe las tareas que forman la actividad, clasifican la actividad como primaria o secundaria, relaciona a los usuarios (objetos de coste), e identifica una medida del resultado de la actividad (driver de la actividad). Una actividad primaria es una actividad que es consumida por un producto o cliente. Una actividad secundaria es consumida por una primaria u otra secundaria"*. Asimismo, la existencia de actividades idénticas o comunes (Sáez Torrecilla *et al.*, 1993, p.202) posibilita su agregación *"para simplificar los procesos de asignación y además para determinar los costes originados*

en la empresa por cada una de las diferentes actividades que en ella se realizan, con independencia de su localización concreta en un determinado centro".

Una vez realizada la distribución de los costes del centro entre las actividades, que generalmente no es complejo, se comienza la segunda fase constituida por tres etapas más. En la sexta etapa se determina el coste unitario de la actividad dividiendo los costes totales de cada actividad entre el número de generadores de costes o *cost-driver*, posteriormente se asignan los costes de las actividades a los productos y, en la última etapa se afectan los costes directos a los productos.

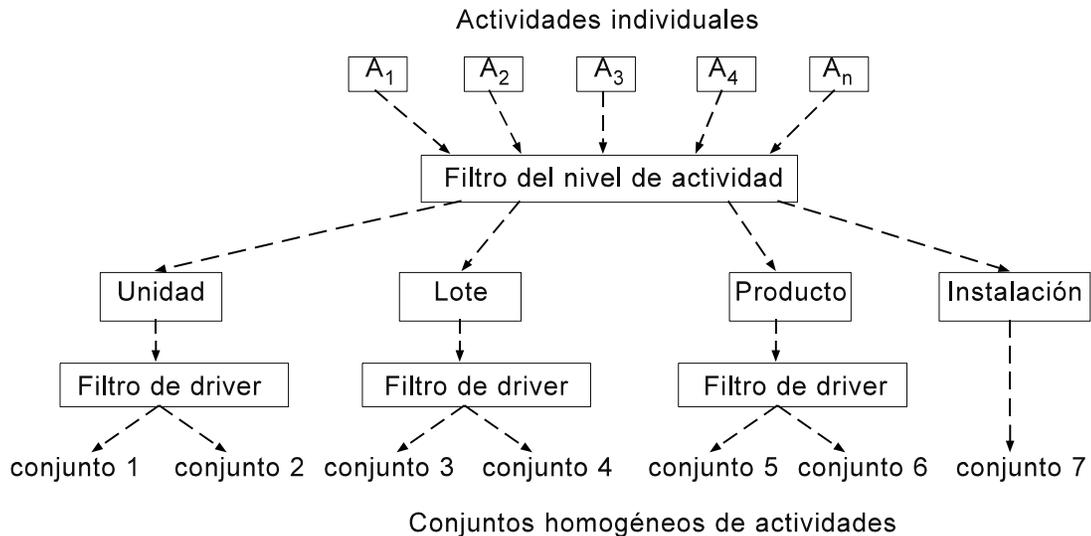
Es de particular interés desde nuestra perspectiva la clasificación que se hace de las actividades en cuatro grupos homogéneos: en relación a unidades de productos, en relación a lotes de producción, en relación al producto y, por último, en relación al conjunto de la empresa o instalaciones. Esta clasificación permite un cálculo más fácil puesto que los costes de las actividades asociadas con los distintos niveles responden a diferentes tipos de *cost drivers*. Las actividades que inciden en los productos son aquellas en las que se produce una unidad de producto cada vez. Si hacemos referencia a los lotes, son aquellas ejecutadas cada vez para un lote, pero son fijas con respecto al número de unidades procesadas al unísono en el lote, es decir, estamos hablando de puesta en marcha, inspecciones por muestreo, programación de la producción, etc. Las actividades que inciden en el producto son aquellas que se llevan a cabo por necesidad de desarrollar los productos, o comercializarlos y venderlos. Si hablamos de instalaciones nos referimos a las actividades que sustentan los procesos generales de fabricación²⁶⁰. El agrupamiento de las actividades se recoge en la figura 36.

La cuarta categoría supone un problema para la filosofía ABC, puesto que identificar la cantidad de cada actividad utilizada en la fabricación de cada producto sólo es posible si cabe relacionar los costes de actividad a los productos, por lo tanto, las actividades en el nivel general, y sus costes, son comunes a todos los productos, es decir, *"están por encima de la unidad de agregación, y por lo tanto no es posible identificar como los productos consumen actividades. Un sistema ABC puro, por consiguiente, no asignaría estos costes a los productos, serían tratados como costes del periodo. En la*

²⁶⁰ En palabras de Hansen y Mowen, (1999, p. 124) *"son actividades que benefician a la organización en algún nivel pero no proveen un beneficio para ningún producto específico"*.

práctica, las compañías adoptan normalmente un enfoque de costes completos y reparten los costes de instalaciones a los productos individuales²⁶¹".

Figura 36
Conjuntos homogéneos de actividades



Fuente: Hansen y Mowen, 1999.

Esta clasificación nos permite, por lo tanto, hacer un seguimiento del coste desde las diferentes perspectivas y objetivos que forman una organización y la utilizaremos en el planteamiento que se hace en esta investigación.

Ahora bien, la existencia de agrupamientos en sistemas de producción heterogéneas puede suponer una pérdida de exactitud en la misma proporción, aunque en menor grado que en los modelos de costes funcionales. En general, estos agrupamientos se justifican por la simplificación del cálculo, puesto que según reflejan Hansen y Mowen (1999, p.122): "*aunque la tecnología de información ciertamente es capaz de manejar este volumen, puede existir mérito en la reducción del número de indicadores, si es posible. Además, menos indicadores pueden producir informes más comprensibles y manejables*", el resultado es un proceso de cálculo más eficiente, no obstante estos autores advierten de la necesidad de realizar los agrupamientos únicamente con actividades homogéneas, puesto que "*las actividades pueden ser agrupadas en conjuntos*

²⁶¹ Hansen y Mowen, 1999, p. 125.

homogéneos basados en características similares: estar relacionados de manera lógica, y tener los mismos niveles de consumo para todos los productos. Los costes están asociados con cada uno de estos conjuntos homogéneos mediante la suma de los costes de las actividades individuales que pertenecen al grupo. El conjunto de costes indirectos asociados con cada grupo de actividades se denomina conjunto de costes homogéneos. Puesto que las actividades en un conjunto de costes homogéneos tienen el mismo nivel de consumo, los drivers de cada actividad asignan costes a los productos en exactamente las mismas proporciones. Esto significa que sólo se necesita utilizar un driver para asignar los costes al grupo, y por eso el número de índices se reduce". Desde nuestra perspectiva, en los modelos de gestión basados en el tiempo se pretende minimizar la agregación en el proceso de comunicación de la información, no en su tratamiento que permanece con el máximo nivel de detalle posible.

3.5.5.4 La gestión basada en el tiempo: el modelo formal de estimación de costes

En una revisión de la literatura se pueden clasificar los criterios de reparto de los costes indirectos en tres grupos (Foster y Gupta, 1990, p. 310)²⁶²: (1) Relacionados con el volumen, (2) relacionados con la complejidad, y (3) relativos a la eficiencia. Dentro del grupo de los relacionados con la eficiencia estos autores identifican dos áreas: los basados en el tiempo que buscan mejorar el tiempo de ensamblaje y los que buscan la eliminación de las actividades que no suponen cambio alguno en el producto o servicio, es decir, que no generan valor.

En realidad nuestro planteamiento de la estimación de costes basados en el tiempo no es más que el desarrollo del modelo alemán ampliado con los cuatro niveles de consideración de las actividades del ABC (Gunasekaran, Marri y Yusuf, 1999). En nuestra opinión, debido a que en sentido amplio el objeto de la Contabilidad de Gestión es la gestión de la empresa, aunque los enfoques pueden ser diversos, todas las soluciones tienen aspectos comunes, si bien deben suponer planteamientos acordes con las circunstancias y las posibilidades de cada momento. La diferencia principal de nuestro planteamiento se encuentra en el alcance de las unidades de actividad (que se pueden seleccionar según Castelló y Lizcano, 1994a, p. 291: la cuantificación de una

²⁶² En esta línea de investigación Banker *et al.* (1995) demuestran la relación estrecha entre los costes indirectos de fabricación y las medidas de actividad tales como el área por pieza, número de órdenes de cambio en ingeniería, número de personal de compras y de planificación.

situación, el volumen de trabajo de una actividad, y el volumen y complejidad del trabajo en una actividad), posibilitado en la utilización de sistemas electrónicos de medición y procesamiento de la información.

En el último caso, el volumen y la complejidad del trabajo, "*se trata de situaciones en las que el volumen de trabajo no es, en sí mismo, razonablemente homogéneo con el consumo de recursos por parte de la actividad, por lo que suele ser aconsejable ponderar el volumen de trabajo con un factor que determine la heterogeneidad*" (Castelló y Lizcano, 1994a, p. 292) y si se compara entre estas tipologías se observa lo que se refleja en la tabla 13.

Tabla 13
Análisis comparativo de la tipología de unidades de actividad

Tipo de variables	Ejemplos	Sistema de medición	Tipo de información exigida	Ventajas	Limitaciones
Nº de transacciones	nº de ajustes, nº de órdenes de compra, nº de llamadas telefónicas	reducidos costes	nº de veces que se ha ejecutado una actividad	sencillez	falta de exactitud, dado que se supone que todas las transacciones consumen una cantidad similar de recursos, lo cual no es muy cierto sobre todo cuando existe diversificación en los <i>outputs</i> .
Duración de la transacción	ajustes medidos en horas, tiempo de atención al cliente, horas de mantenimiento	elevados costes	tiempo empleado en cada transacción realizada por la actividad	permite una estimación del consumo de los recursos más precisa	imprecisión en el cálculo de costes, puesto que supone que el consumo de factores es proporcional a la unidad de tiempo.
Recursos empleados en cada transacción	costes derivados de cada cambio de ingeniería, costes vinculados a cada trabajo de mantenimiento	muy costoso	recursos aplicados y por ende, afectos a cada transacción individual	precisión en el cálculo de costes al asignar de forma estricta a cada objetivo de coste los factores consumidos por él	implantación muy limitada puesto que los sistemas de información disponibles en las empresas no permiten obtener los datos que se precisan.

Fuente: Castelló y Lizcano, 1994a, p. 293.

En nuestra investigación suponemos que en un entorno industrial, caracterizado por la existencia de producción heterogénea y la incorporación de nuevas tecnologías, es

posible recoger las variaciones en la unidad de tiempo puesto que incluso las actividades de idéntica naturaleza presentan diferencias y el sistema de información disponible permite obtener los datos que se precisen.

La causalidad y el principio de proporcionalidad

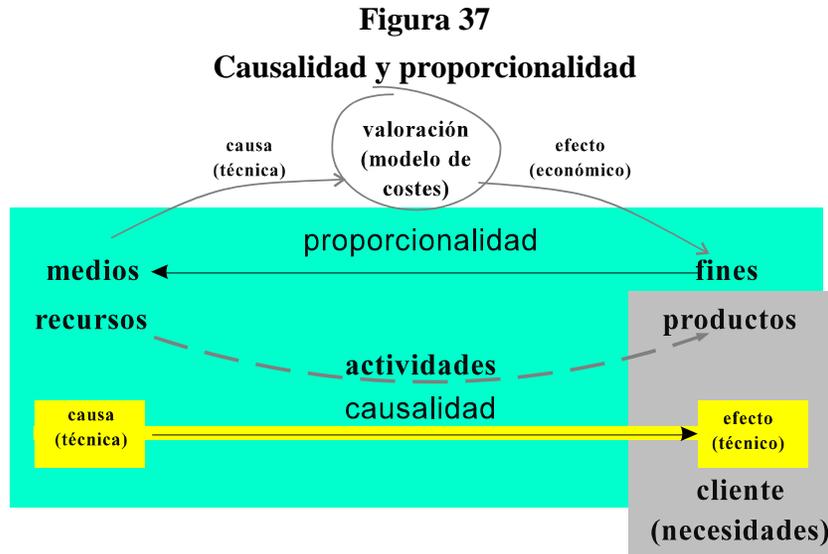
Desde nuestra perspectiva, son dos formas de reflejar la heterogeneidad²⁶³. El ABC define como axioma la relación de los costes con los objetos de costes mediante la causalidad, es decir, frente a la tradición relación entre recursos y productos el ABC resalta la relación recursos-actividades-productos.

El principio de proporcionalidad establece que el cálculo de costes consta de dos etapas: la fijación de la cantidad necesaria de medios de producción *para* la obtención de una pieza y la valoración en dinero de los componentes de esas cantidades²⁶⁴.

Desde la perspectiva del ABC se establece una relación causal entre recursos, actividades y productos con un efecto económico. Desde nuestra perspectiva, ambas relaciones son complementarias e interdependientes (figura 37).

²⁶³ Como se explicó en el primer capítulo, la heterogeneidad fines-medios consiste en establecer distintos itinerarios de producción para un mismo producto lo que lleva a variaciones en los consumos de recursos, mientras que la heterogeneidad causa-efecto consiste en que por cualquier motivo una máquina fabrique el mismo producto con variación en dicho consumo.

²⁶⁴ Schneider, 1968, p. 76.



Fuente: elaboración propia a partir de Schneider (1968) y Turney (1991).

De hecho desde la perspectiva de la gestión basada en el tiempo se incide con más exactitud en las relaciones causa-efecto técnicas, y en la línea de los costes basados en actividades, se concreta en los siguientes puntos:

a) Toda actividad consume recursos y lo hace durante un tiempo determinado, la intensidad del consumo y su duración equivalen al nivel de actividad y existe una relación directa con el *output* o resultado y por lo tanto, se puede expresar en función del tiempo el consumo de materiales, mano de obra, y gastos generales.

b) Las actividades primarias se realizan en los puntos de transformación que pueden ser trabajo intensivos o capital intensivo (si es el operario o una máquina/instalación la que marca el ritmo de trabajo). La disponibilidad de recursos (capacidad productiva) depende de los objetivos de la empresa y los costes son su medida económica.

c) El modelo de costes de acuerdo con el enfoque alemán se apoya en el sistema de producción y reproduce la producción con la mayor exactitud posible, e intenta recoger los consumos de la misma manera.

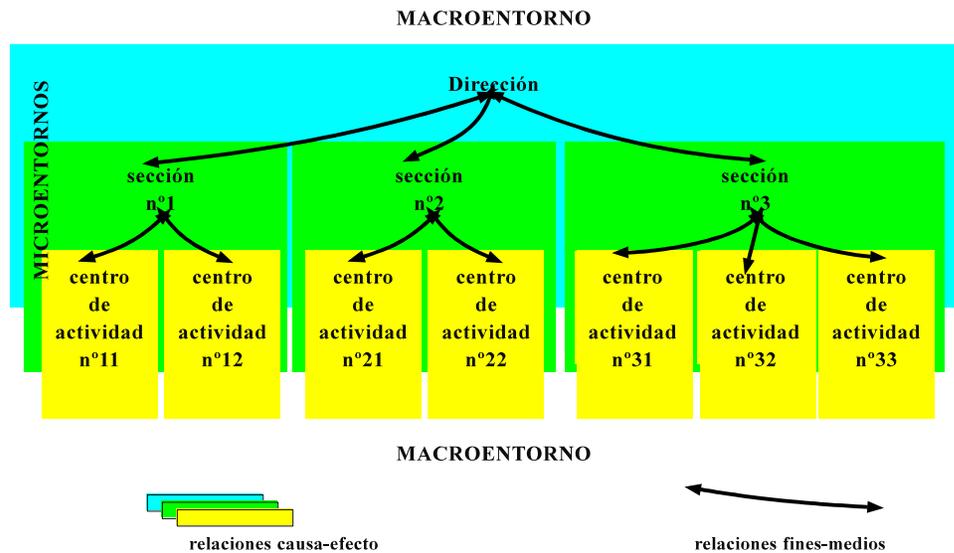
d) Tanto la distribución de los costes de las actividades primarias como las de las secundarias utilizarán como criterio preferente el tiempo consumido en la realización del producto, servicio o actividad primaria.

e) Los costes indirectos, en cualquier nivel considerado (producto, lote, línea, y empresa) se imputarán de acuerdo con la capacidad utilizada medida en tiempo.

f) En la medida de lo posible se evitan las agregaciones en el cálculo, aunque posteriormente se realicen en la comunicación dependiendo de los usuarios de la información.

Esto nos permitirá llegar a una distribución de costes en función de la carga de trabajo de las instalaciones y, en definitiva, proponemos la conjunción de las dos relaciones para establecer el cálculo y control de costes (figura 38²⁶⁵).

Figura 38
Estructura de la organización y relaciones con el macro y microentorno



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la relación fines-medios, desde la perspectiva de la agregación permite definir los objetivos en los distintos niveles de la organización de acuerdo con su estructura, la disponibilidad de factores, su consumo y por lo tanto la afectación de los costes a cada nivel de ésta.

²⁶⁵ A modo de ejemplo se considera una organización jerárquica, sin menoscabo de que fuese cualquier otro tipo.

La relación causa-efecto, en el nivel operativo, por el contrario precisa de un nivel de desagregación que permita la planificación y el control de las tareas, y en consecuencia, explicar las variaciones en el consumo de los factores y, por lo tanto, la generación de valor en cada uno de los centros de actividad.

En realidad, el problema reside en establecer con la mayor precisión posible la cantidad de recursos disponibles consumidos en la fabricación de un producto. Aunque estos recursos se pueden medir de muchas maneras, pero la forma tradicional de hacerlo es mediante lo que se denomina capacidad total de la empresa, que en el caso de producción heterogénea se debe expresar en horas de producción (hombre, máquina o ambas), es decir los medios de producción.

Pasaremos a continuación a describir el modelo de acuerdo con una estructura orgánica en la línea de los trabajos de Schneider y Hansen, y en particular mantendremos la estructura recogida en Requena (1995) y Carrasco Díaz (1997).

Lugares y secciones de trabajo y lugares y secciones de coste

Un lugar de trabajo reúne una o varias unidades de trabajo que tienen la misma finalidad económica u operativa²⁶⁶, o que mantienen cualquier otro criterio de homogeneidad (naturaleza de los recursos consumidos, programación de tareas, etc.) y que por lo tanto forman una unidad de gestión.

Los lugares de trabajo, dependiendo de la relación de sus unidades de trabajo con la actividad de elaboración del producto (o servicio), se pueden clasificar en principales o auxiliares²⁶⁷.

Asimismo y bajo idénticos criterios de homogeneidad, los lugares de trabajo forman las secciones que igualmente se clasifican en principales y auxiliares.

²⁶⁶ "Que concurren a un determinado objetivo, absoluta o relativamente homogéneo", Requena, 1993, p.9.

²⁶⁷ Éstos a su vez se clasifican en comunes o recíprocos según que realicen prestaciones a otros lugares - principales o auxiliares- sin cesión mutua o con ella (Requena, *op.cit.*). Hansen (1961, p. 95) identifica los lugares con "una cuenta o esquema contable parecido, que resume la contabilidad de una función dentro de la sección de producción o de ventas, sobre la que se desea ejercer un control contable".

Ahora bien, desde nuestra perspectiva los lugares de trabajo están constituidos por unidades de trabajo que pueden mantener heterogeneidad permanente o transitoria en cuanto a su finalidad, permaneciendo en diferentes niveles puesto que consideramos la existencia de distintas relaciones fines-medios. Las actividades realizadas de acuerdo con su finalidad se clasifican en²⁶⁸:

- a) Las realizadas en cada unidad de producto,
- b) las efectuadas en los lotes,
- c) las ejecutadas en las distintas líneas,
- d) las que sirven al soporte o sustento general de la organización²⁶⁹.

Por otro lado, la identificación de distintas relaciones causa-efecto producen variaciones y por lo tanto aumentan la heterogeneidad, por lo que es aplicable la metodología explicada hasta este momento en la investigación y siempre que sea posible, por disponer de sistemas de medición y así se requiera, se utilizará la unidad de tiempo de cada actividad como portador de coste.

De esta manera aparecería la información económica en el mismo nivel que la técnica de acuerdo con el microentorno especificado ya que, en general, el coste por unidad de capacidad disponible se expresa como la relación entre la suma de los costes de los factores directos al lugar de coste (c_i^n , es el coste del factor i en el lugar n) entre el tiempo total disponible del lugar de coste (TT):

$$k_n = \frac{\sum_i^m c_i^n}{TT}$$

La dificultad reside en identificar y cuantificar los factores que se engloban en cada uno de estos lugares de trabajo, no existiendo límite alguno en cuanto al número de

²⁶⁸ Según su finalidad se clasifican en: adquisiciones, operaciones internas, enajenaciones y mantenimiento de inversiones (Staubus, 1971, p. 12).

²⁶⁹ Por ejemplo, supongamos que en una empresa fabril la sección auxiliar de mantenimiento está organizada en dos lugares de trabajo, mecánicos y eléctricos. Los electricistas junto con sus equipos son las unidades de trabajo caracterizadas por una técnica auxiliar relacionada con la energía y los dispositivos eléctricos. Ahora bien, cada mañana se reúnen con el responsable y se les asigna las tareas para la jornada de acuerdo con las necesidades (fines) para lo cual se organizan y se pone a su disposición un instrumental u otro (medios). Estas tareas pueden ser en la planta de cogeneración de la fábrica, en un armario eléctrico de una de las secciones o líneas de producción, o en las máquinas. Así mismo, dentro de un tipo de avería en una de las secciones con diferentes modelos de máquinas (aunque sean iguales en cuanto a su finalidad) que exija más o menos consumo de recursos por parte de la actividad de reparación (causa-efecto).

unidades de coste que lo integren, que como decimos dependerá de la cantidad de información disponible, pudiendo en su máximo nivel de disponibilidad coincidir con las unidades de coste. Por su parte, el tiempo total disponible es el correspondiente al tiempo del factor imprescindible más restrictivo.

Las unidades de trabajo y costes y los lugares de trabajo y coste

Las unidades de trabajo son la combinación de factores productivos fijos básicos que permiten la realización de una o más tareas específicas que generan valor y consumen recursos, son "*células básicas, integradas en general, por uno o más medios estructurales -maquinaria, parte del terreno y del edificio, en su caso, que ocupa, etc.- y su correspondiente dotación de personal, unos y otra determinados por el tipo de actividad a desarrollar*" y "*cada unidad de trabajo constituye a su vez, pues, una unidad de coste, nociones ambas que, aunque en aspectos distintos, coinciden*" (Requena, 1993, p. 9).

Aunque en general las máquinas y/o personas funcionan independientemente, la existencia de varias máquinas que realizan tareas homogéneas o complementarias (y proporcionales de acuerdo con las relaciones causa-efecto) y, según su disposición en la planta, permiten una gestión agrupada, mejorando la trazabilidad directa de los costes (Berliner y Brimson, 1988, p. 95). Esta disponibilidad presenta dos formas principales: en serie y en paralelo, y dos mixtas: serie-paralelo y paralelo-serie, y el hecho de trabajar con velocidades de proceso permite la definición de una relación directa entre la estructura y el funcionamiento de los sistemas y el cálculo y el control del coste²⁷⁰.

Este agrupamiento de máquinas y/o personas configura un lugar de trabajo, definido como "*el conjunto de unidades cuya actividad concorra a un determinado objetivo, absoluta o relativamente homogéneo*"²⁷¹ cuyo rendimiento global, medido en unidades fabricadas por unidad de tiempo, vendrá determinado por la unidad más lenta (cuello de botella).

²⁷⁰ De hecho ante sistemas de dos máquinas en serie y ante la escasez de información disponible es suficiente con el control de la unidad más lenta y la consideración de una unidad de coste única.

²⁷¹ Requena, *Ibíd.*

El agrupamiento de las mismas unidades "*cuya función económica sea común y su coste medible homogéneamente define un lugar de coste*"²⁷². Ahora bien, los criterios de agrupamiento técnico pueden ser diferentes a los criterios de agrupamiento económico y, por lo tanto, ambas agregaciones pueden ser distintas.

Finalmente, "*la agrupación homogénea de lugares nos lleva a la noción de sección, de trabajo o de costes según se trate de unos u otros, que a su vez, como en el caso de los lugares respecto de las unidades, pueden hallarse integradas, asimismo, por varios o un sólo lugar*" (Requena, 1993, p.10).

Cálculo del coste de la actividad

Las unidades de trabajo constituyen el sujeto del microentorno en su nivel máximo de desagregación y donde toma importancia la determinación de las relaciones causa-efecto recogidas en el control estadístico de la producción y que en nuestra investigación están representadas por las funciones de producción, cuyo *output* es la velocidad del proceso, o lo que es lo mismo el tiempo de proceso (en la notación de Schneider: t_n).

Y es que, la fórmula general de cálculo para los coste de fabricación en una fase válida, cualquiera que sea la forma y estructura del proceso de producción es (Schneider, 1968, p. 96)²⁷³:

$$\text{Costes/pieza} = (\text{Costes por unidad de tiempo}) \times (\text{unidad de tiempo por pieza})$$

que se desarrolla de la siguiente manera:

$$h = m \cdot c + \sum t_n \cdot k_n$$

donde:

m , representa la cantidad de materia prima por pieza;

c , es el precio de imputación de material;

t_n , son el numero de horas de fabricación por pieza en la fase n ; y

²⁷² Requena, *Ibíd.*

²⁷³ Si bien nuestra investigación se refiere a la producción heterogénea, y por lo tanto orientada hacia la gestión de pedidos, consideramos que Schneider recoge la esencia de la gestión del tiempo. Piedra (1994) compara ambos enfoques a partir de los trabajos del propio Schneider y Horngren.

k_n , representa el tipo de costes por hora de fabricación en la fase n .

Desde nuestra perspectiva y retomando los indicadores definidos en la formulación del modelo técnico, se procede a la reconstrucción de la velocidad de los distintos procesos que nos dará el tiempo de las actividades que se utilizará como portador de coste siempre que sea posible y necesario:

El cálculo del coste de la producción se realiza en este nivel máximo de desagregación, la unidad de trabajo, de la siguiente manera:

$$Cp_i = CD + TR * k_n$$

Donde:

a) Cp_i es el coste de la actividad realizada en un periodo de tiempo en la unidad de actividad i ,

b) los costes directos CD se determinan a partir del consumo de factores en función de la velocidad del proceso por su coste unitario ($m \cdot c$),

c) TR^{274} es el tiempo previsto de producción es la suma del tiempo real de proceso más los paros inevitables INE y los necesarios para el funcionamiento de la unidad IP, y

d) k_n son los costes indirectos de fabricación por unidad de tiempo viene establecido por la relación fines-medios del lugar (sección) de trabajo en función de su disponibilidad temporal.

A efectos del cálculo del coste del producto se procede a la agregación de los costes de las distintas actividades según el itinerario de producción, y simultáneamente se determina el tiempo total de producción obteniéndose la fórmula general de Schneider a la que habría que complementar con las actividades de lote y línea.

Capacidad ociosa y coste de subactividad

Definido en los sistemas de costes de secciones orgánicas, corresponde con el agregado de tiempo identificado por el suplemento por los paros EP que sirve como indicador de la consideración del tiempo de inactividad y de su valor, es decir, sería un

²⁷⁴ $TR = t_n$

tipo de capacidad ociosa. Se define la capacidad ociosa como "*la capacidad de producción no utilizada, o, lo que es lo mismo, a aquella parte de los factores fijos, tanto estructurales como operativos, no usada en la producción. Es también común definir la capacidad ociosa como la diferencia entre la producción posible de alcanzarse (sinónimo de capacidad máxima práctica de producción) y la producción realmente efectuada (volumen de producción real)*" (Osorio, 1992, p. 132). Como se observa la consideración de los tiempos de paro EP afectarán de manera determinante en el reparto de los costes fijos de estructura.

En opinión del profesor Osorio, la capacidad ociosa (total) debe dividirse en dos partes, según el momento en que se conozca o defina su aparición, y cada una de ellas debe ser objeto de medición y valoración por separado. Estas son la anticipada y la no anticipada u operativa. La medición se hace en ambos casos desde la perspectiva del tiempo de utilización y de la eficiencia del proceso, definida esta última como²⁷⁵ "*la producción loggable o lograda por unidad de tiempo dados ciertos recursos físicos o factores de producción fijos, expresada en una unidad representativa dada*".

Determinación del resultado del período

Por lo tanto, en la consideración de que trabajamos bajo pedido (producción heterogénea), el coste del producto se calcula en función de los recursos realmente consumidos, mientras que por necesidades de establecer precios se complementa con un suplemento por inactividad así como los costes no operativos. Una consecuencia inmediata es que el aumento de la producción no supone una disminución en el coste de producción, sino que es un menor coste por disminución o eliminación del suplemento.

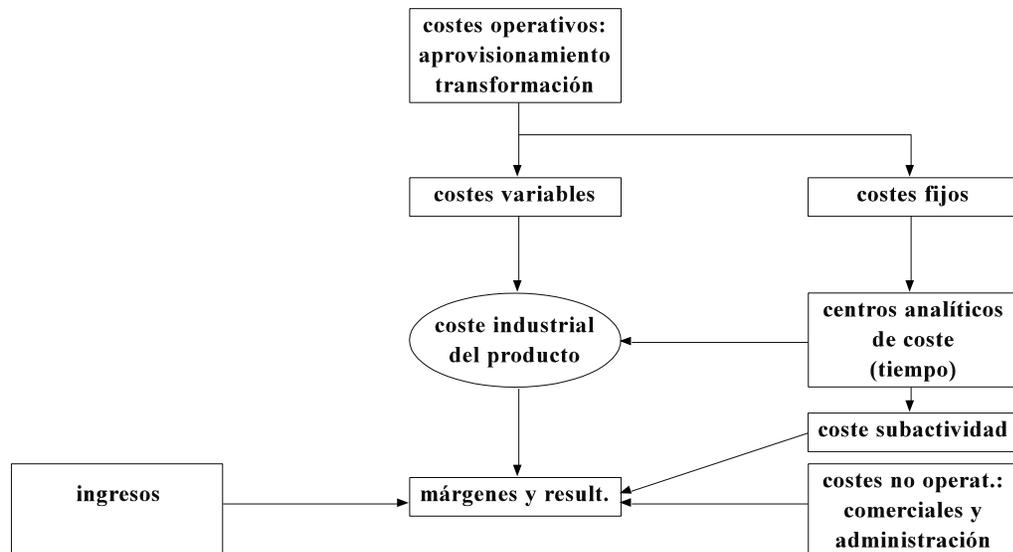
Suplemento por coste de subactividad = Tiempo complementario (EP) × Costes indirectos por unidad de tiempo (tasa horaria).

Para ello debido a la finalidad del cálculo, como es la fijación de precios así como decisiones de fabricar o comprar, se hace preciso que la información aparezca de acuerdo con un modelo de costes completo, pero que permita la discriminación de acuerdo con un criterio de variabilidad entre costes fijos y variables.

²⁷⁵ *Op. cit.*, p. 81.

Para realizar el cálculo se aplica un modelo de costes históricos industriales por secciones homogéneas en su modalidad de imputación racional. Este modelo asigna a los productos los costes de aquellos recursos que realmente han consumido, en particular los relativos a la producción (costes operativos: aprovisionamiento y transformación), considerando como costes de período los costes no operativos (comerciales y administración) y aquellos recursos no utilizados, o costes de subactividad²⁷⁶. En nuestro caso, al referir el coste a cada lote estableceremos un suplemento por dicha subactividad. El modelo se representa en la figura 39.

Figura 39
Imputación racional



Fuente: elaboración propia.

Si bien partimos de un supuesto realista: "*Que todo coste y precio de coste debe estar referenciado a un nivel de productividad y actividad dados. Si cambian estas realidades de partida, habrá variaciones en los costes*" (Mallo, 1986, p. 735).

Además, el profesor Mallo comenta que "*de acuerdo con el Plan Contable Francés estaba prevista inicialmente la cuenta 976 Coste de la subactividad como acumuladora de aquellos costes que no sean absorbidos por los portadores en el proceso de imputación de los costes indirectos. Ahora bien, este es el tratamiento*

²⁷⁶ Véase Mallo, Mir, Requena y Serra, 1994, p. 486.

contable de una subactividad residual y no programada. Cuando el Plan Contable Francés se enfrenta al problema teórico postula un método de regulación conocido bajo el nombre de método de imputación racional"²⁷⁷ .

En el ámbito de nuestra investigación, mantenemos el criterio de utilización del modelo de imputación racional, si bien, a falta de un concepto para la desviación que aparece por la capacidad ociosa mantenemos el coste de subactividad para denominar al suplemento de costes fijos imputados al producto.

3.5.5.5 Propuesta de evolución de los modelos de costes

En un intento de aclarar la idea de complejidad de la realidad, y suponiendo que estamos haciendo referencia a un proceso productivo, proponemos en una escala recogida en la tabla 14, las diferentes circunstancias que dan lugar a cada nivel de dificultad en función de la diversidad de *inputs* o factores, procesos y *outputs* o productos:

Tabla 14
Escala de identificación de la complejidad de la realidad

Nivel de complejidad	<i>Inputs</i>		Procesos		<i>Outputs</i>	
	número	naturaleza	número	variaciones	número	naturaleza
1	único	industrial	único	ninguna	único/múltiples	homogéneo
2	limitados	industrial	único	ninguna	único/múltiples	homogéneo
3	limitados	industrial/natural	limitados	ninguna	único/múltiples	homogéneo
4	limitados	industrial/natural	limitados	ninguna	algunos/múltiples	homogéneos
5	limitados	industrial/natural	limitados	ninguna	múltiples	homogéneos
6	limitados	industrial/natural	múltiples	ninguna	múltiples	homogéneos
7	limitados/múltiples	industrial/natural	múltiples	alguna	múltiples	homogéneos
8	limitados/múltiples	industrial/natural	múltiples	alguna	múltiples	heterogéneos
9	limitados/múltiples	industrial/natural	múltiples	muchas	múltiples	heterogéneos
10	limitados/múltiples	industrial/natural	múltiples	muchas	múltiples	heterogéneos

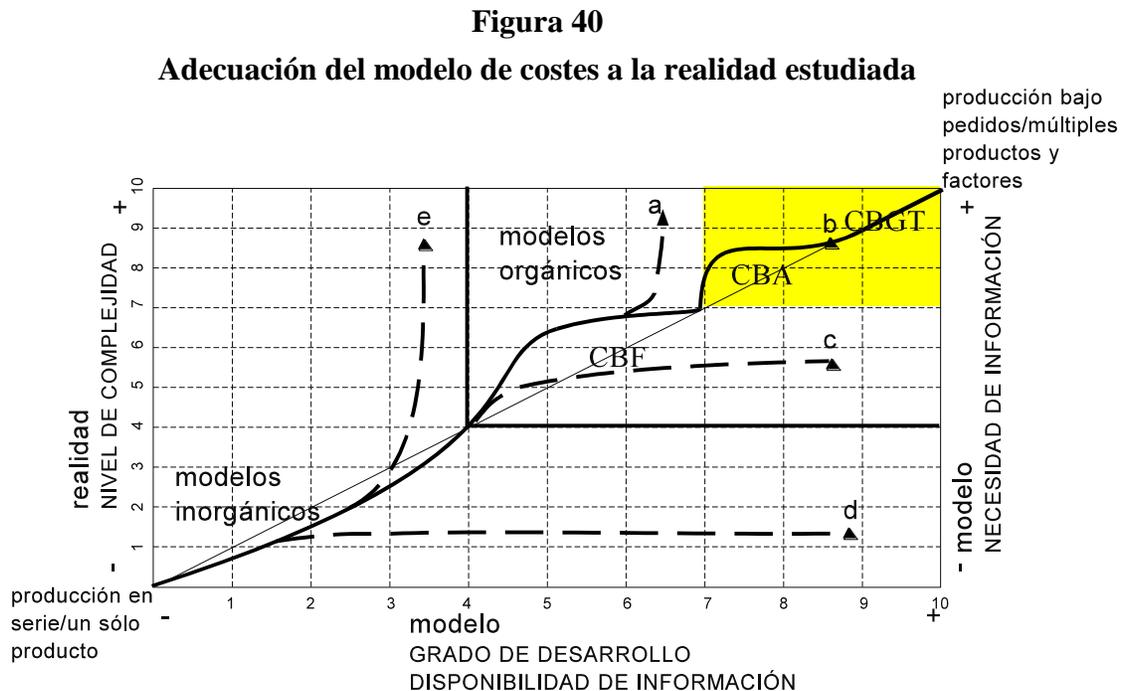
Fuente: elaboración propia.

La aplicación de esta escala no es generalizada, sino que cada empresa en función de sus circunstancias y del mercado en el que desarrolla su actividad, se encontrará con un recorrido de niveles mayor o menor, de ahí que, el nivel de información será contingente.

²⁷⁷ Mallo, *Ibíd.*

Suponiendo una empresa que pertenece a un sector con un nivel de complejidad diez, y que ha ido evolucionando a lo largo de su vida desde el nivel uno²⁷⁸. En una primera etapa, que podríamos denominar básica, hasta el nivel cuatro, los procesos son limitados y sin variaciones para fabricar un único producto, es decir, una única tecnología que en condiciones estables da como resultado siempre el mismo o los mismos productos. En la segunda etapa, del nivel cinco hasta el nivel siete encontramos procesos que si bien son diferentes se mantienen estables a lo largo del tiempo y los productos por lo tanto guardan una proporción constante en el consumo de factores. A partir de nivel ocho las proporciones son variables, complicándose en los últimos niveles al encontrar una enorme variedad de procesos y factores que dan como resultado una producción bajo pedido muy cambiante y de gran complejidad para controlar.

De acuerdo con lo expuesto en el párrafo precedente, podemos representar la situación de un modelo cualquiera de costes en relación a la cantidad de información requerida dentro de un mapa tal y como se muestra en la figura 40.



Fuente: elaboración propia.²⁷⁹

²⁷⁸ Podría ser una empresa perteneciente a un sector maduro, que desarrolla su actividad desde comienzos de siglo y se ha ido adaptando a las circunstancias del mercado.

En la figura 40 la diagonal representa el grado de desarrollo del modelo de costes que proporciona un volumen de información en cantidad y calidad que produce un equilibrio entre el nivel de complejidad de la realidad y las necesidades de información que se requieren para ese nivel.

El área entre la diagonal y el eje de abscisas, supone un modelo de costes que proporciona un superávit de información en relación al nivel de complejidad de la realidad, mientras que el área entre la diagonal y el eje de ordenadas representa un desarrollo del modelo con un déficit de información para el nivel de complejidad de la realidad.

La línea continua que tenemos en la figura 20 representa a modo de ejemplo una empresa que evoluciona en su actividad, e intenta que su sistema de información se acerque al equilibrio representado por la diagonal, ya que su posición por debajo de la misma le produce un superávit de información que le originan costes de oportunidad, mientras que su posición por encima supone un déficit de información que genera incertidumbre.

La forma de evolución que se nos presenta se explica de la siguiente manera: si describe posiciones por debajo de la diagonal, supone que existen situaciones en las que la complejidad es limitada y, por lo tanto, la necesidad de información es tan baja que es fácil conseguir un buen grado de desarrollo del modelo, e incluso desechar cierta información disponible (la información disponible supera a la necesaria). Ésta sería la situación hasta un grado de desarrollo de cuatro; al final del tramo hay un cambio en la realidad de la actividad de la empresa (primer punto de inflexión), ya sea por cambios en los productos o procesos que aumentan la complejidad.

Si aumentamos la complejidad, la necesidad de información para mejorar el modelo aumenta de manera instantánea, mientras que la respuesta de adaptación o cambio de modelo lleva un tiempo. De esta manera, nos encontraríamos con modelos orgánicos, entre el nivel cinco y siete (segundo punto de inflexión), hasta que de nuevo hay una tercera etapa en la que se complican extraordinariamente las circunstancias

²⁷⁹ Donde CBF significa costes basados en funciones, CBA costes basados en actividades y CBGT costes basados en la gestión del tiempo.

productivas y llega un momento en el que es necesaria una inversión en sistemas de recogida y proceso de información, es decir, la inversión en tecnologías de información.

Hay empresas que las realizan y continúan ascendiendo por la línea, y empresas que no lo hacen, llegando hasta el punto *a* en el que no hay disponible la información necesaria para ese grado de complejidad debido a que no se han actualizado los sistemas de recogida de información. En ocasiones esta inversión en tecnología de información es el resultado de la actualización de equipos de producción, en los que las nuevas tecnologías incluyen sistemas de información propios de los equipos y con sistemas de comunicación a equipos externos.

En los puntos *b* y *c* encontramos sistemas de costes que cubren perfectamente las necesidades; en el punto *b* se hace mediante la adopción de sistemas basados en la gestión de tiempo, mientras que el punto *c* muestra un sistema de costes basado en funciones con cierto exceso de información. En situaciones extremas, el punto *d* representa una situación improductiva puesto que su sistema de información se ha desarrollado por encima de las necesidades del sistema productivo, y por el contrario, el punto *e* hace referencia a una situación en la que el modelo de costes no suministra la información en la cantidad y calidad necesarias.

En cuanto a las pendientes de los puntos de inflexión, la pendiente del segundo, al ser mayor, supone un cambio más radical, es decir, los cambios en su realidad son importantes y los gerentes exigen instantáneamente más información. Los cambios a los que nos referimos comienzan incluso antes, de por ejemplo, la renovación de equipos, en la planificación de la renovación, que exige más información para tomar esa decisión.

En definitiva, el grado de desarrollo del modelo de costes depende de la información disponible, de hecho el sistema de costes por actividades va unido a modelos de organización de la empresa modernos como el *JIT*, así como gestión de la producción integrada *CIM*, etc. debido al peso específico que tiene el tiempo en la gestión así como la posibilidad de recoger información (Schubert, 1988).

3.5.5.6 La agregación de la información y los modelos de costes

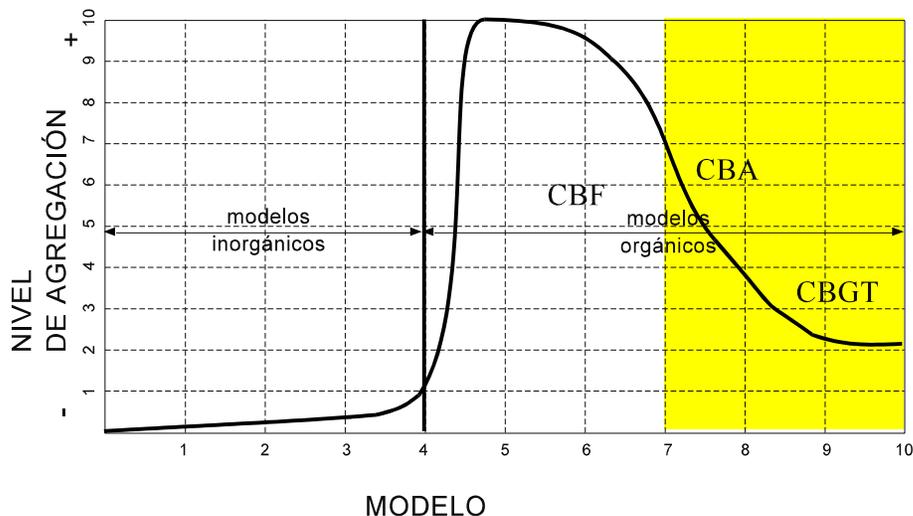
Existe una relación directa entre la agregación de información y la sencillez de los modelos e inversa frente al coste. Ahora bien, la idea de agregación de la información se puede plantear desde un doble sentido:

- Agregación de la información en el momento de procesamiento, y
- agregación de la información para la presentación de los resultados, posterior a su procesamiento.

El hecho de que los sistemas de costes no sean válidos para tomar decisiones en sistemas de producción heterogéneos es debido al primer caso, a la agregación de la información en cada estrato funcional de la organización, independientemente del tipo de productos que se obtengan, relacionando horas hombre u horas máquina con el total de unidades finales sin considerar cuestiones cualitativas.

La evolución de la desagregación se podría representar en la figura 41.

Figura 41
El modelo de costes y el nivel de agregación en el cálculo del coste



Fuente: elaboración propia.

Al igual que se explicó anteriormente, el modelo inorgánico, que es adecuado para sistemas muy simples de producción, tiene un nivel nulo de agregación puesto que no hay complejidad en los procesos. Por el contrario, los sistemas de costes basados en

funciones (CBF) se apoyan en la existencia de producción homogénea y economías de escala en el procesamiento de información mediante la agregación de los costes por secciones y el reparto de los indirectos en función de criterios de reparto clásicos. Cuando se complica el proceso productivo no queda más remedio que comenzar una adaptación de los sistemas de costes mediante la pérdida de agregación, si bien, los costes por actividades (CBA) mantienen un mínimo nivel de agregación.

Desde la perspectiva de los costes basados en la gestión del tiempo (GCBT) el nivel de agregación debería ser inexistente. Si cabe la agregación de la información en el acto de comunicar los resultados, es decir, la información se va agregando según se comunica hacia la alta dirección, incluyendo la información únicamente los datos imprescindibles e importantes, siendo posible la desagregación inmediata consultando a cada nivel dependiente de cada responsable.

3.5.6 Determinación de las funciones de producción desarrolladas

La definición de las funciones de producción desarrolladas para cada lugar de actividad permite la determinación de los rendimientos corregidos con las variaciones de los factores del entorno²⁸⁰, que por no tener naturaleza económica, no se contemplan en la Teoría Microeconómica tal y como se explicó en el primer capítulo de la Tesis. Ahora bien, es preciso su conocimiento al ser causantes de las variaciones en las relaciones causa-efecto.

Desde la perspectiva del funcionamiento del modelo, la existencia de correlaciones demostradas entre dichos factores obligaría a considerar matrices de rendimientos estructuradas con n dimensiones que, por aumentar la complejidad del modelo²⁸¹, no han sido incluidas en el *DSS*, aunque sí es conveniente determinarlas, informado en su caso a los responsables sobre su existencia. Además, el hecho de no ser recogidas en el *DSS* supondría, por lo general, un aumento del número de desviaciones y, por lo tanto, de correcciones de los coeficientes, no obstante, con explicación de la causa.

²⁸⁰ Son la ampliación de las variables independientes de la fase III.

²⁸¹ Puesto que el *DSS* está soportado por una hoja de cálculo existen dificultades que se eliminan con los lenguajes de programación.

Finalmente, debemos destacar la ventaja que este tipo de análisis tiene en el estudio de los rendimientos de los "cuellos de botella" de las distintas fases, tanto estáticos como dinámicos, facilitando la estimación y control del rendimiento para la sección o departamento en su conjunto.

3.5.7 Valoración de la función de producción desarrollada. La estimación de costes.

La utilidad de las funciones de costes está en la posibilidad de realizar estimaciones de costes para su posterior control.

La estimación de costes se puede realizar básicamente de dos maneras:

- 1) Detallando los procesos a valorar y controlar, buscando una estimación exacta.
- 2) Sin detallar los procesos, en una estimación aproximada²⁸².

Si bien la primera es superior a la segunda, la evaluación económica del esfuerzo necesario e incluso que quepa la posibilidad de realizarlo, justifica la búsqueda de la exactitud.

A partir del modelo de valoración de costes anteriormente descrito mediante las modificaciones de las condiciones de fabricación (variaciones fines-medios), es decir, ajustando el modelo de producción se obtienen los costes en cada situación, por ejemplo, cambios en el tamaño del lote, variación en la capacidad ociosa, diferencias en los itinerarios productivos, etc.

Un segundo nivel de análisis consiste en la incorporación de las variaciones causa-efecto ajustando los estándares técnicos y observando su efecto sobre los costes (por ejemplo, corrigiendo las velocidades estándar de las máquinas en función de la temperatura y de la humedad del entorno).

²⁸² Christensen y Demski (1995, p. 30) distinguen entre la literatura clásica, en la que se parte de la especificación detallada de la tecnología para llegar a la función de costes con el propósito de "*construir una función de costes completa y exacta*" y la literatura moderna que parte directamente desde una función de costes simplificada.

3.5.7.1 La función de costes

La función de costes totales en la que incurre una empresa en un periodo de tiempo determinado puede ser calculada multiplicando las cantidades de factores utilizados durante el periodo por sus precios respectivos y sumando los resultados (Naylor *et al.*, 1983, p. 126).

Al igual que la función de transformación, la tecnología se considera que en el corto plazo permanece constante y un aumento en la producción, por ejemplo, puede tener distintas consecuencias en los costes ya que si se trata de un aumento en la productividad, por una mejora en la utilización de las instalaciones, el coste por unidad de factor fijo consumido es menor que si el aumento de la producción es por el simple aumento del volumen de producción (Hill, 1989, p. 164). En este caso es posible que el precio de los factores cambie con el volumen de producción de la empresa, o por el contrario que sí varíe con el volumen de producción (Schneider, 1942, p. 108).

La dualidad entre las funciones de producción y de costes (Shephard, 1970, p. 159) en nuestra investigación se plantea mediante la agregación de funciones de producción, definiendo una función de costes para cada tipo de producto, modificando el tamaño y las circunstancias de las diferentes actividades. Definido el modelo tanto en su vertiente técnica como económica se procede a simular la producción producto a producto, según sus características, variando el tamaño del lote. Como resultado se obtiene una serie de relaciones volumen de producción-coste del producto que explican el comportamiento de cada uno de los componentes del coste ante variaciones de la producción, y se recogen las circunstancias controladas consecuencia de dicha variación. En definitiva, cabe la posibilidad de expresar funcionalmente el comportamiento de los costes, tanto agregados como unitarios, y por lo tanto la realización de análisis marginalistas.

La consideración de los costes de acuerdo con su variabilidad con respecto al producto final permite definir estas curvas o funciones de costes. Por lo tanto, dependiendo de la organización de la producción, la definición de las funciones de costes se justifica desde una doble perspectiva.

Por un lado, se trata de valorar las funciones producción desarrolladas, es decir, establecer mediante costes unitarios el comportamiento económico de las funciones de

transformación, lo que significa que se pueden evaluar las consecuencias económicas de las variables que por su característica de contingentes no se consideran en las curvas de producción tradicionales, y en definitiva llegar a establecer tablas con el comportamiento de los costes en función de las variaciones en la producción, es decir, de las distintas funciones de producción desarrolladas -estimación a partir de datos de ingeniería tal y como explican Dean (1976, p. 9), Matthews (1983, p. 40), Bierman *et al.* (1990, p. 462), Douglas y Callan (1992, p. 331), Demski (1996, p. 307) o Griffiths y Wall (1996, p. 182) entre otros-.

Tradicionalmente se ha utilizado la determinación de la forma funcional de las funciones de costes mediante el análisis de regresión múltiple para determinar el comportamiento de los costes indirectos (Dean, 1936 y 1941; Benston, 1966; Kaplan y Atkinson, 1989; Stewart *et al.*, 1995).

Bajo la denominación de funciones de costes estadísticos Dean recoge las funciones de costes para diversas actividades en función de la productividad, del tamaño de la planta, a la localización o a los beneficios reales.

Por otro lado, y tal y como se comentó en el caso de estimar costes en situaciones en las que no existe información alguna sobre las actividades a realizar, pero sí sobre actividades similares, estas funciones recogidas en lo que se ha dado en llamar costes paramétricos permite estimaciones en base a las características técnicas del producto.

3.5.7.2 Los costes paramétricos

Cuando se carece de información suficiente que permita establecer relaciones deterministas entre factores, procesos y costes, una herramienta utilizada, especialmente en la gestión de grandes proyectos, es la aplicación de modelos de regresión múltiple en lo que se ha dado en llamar costes paramétricos. Dicho de manera sencilla es un enfoque estadístico a la estimación de costes, con todo lo que supone de aproximación.

La estimación paramétrica es "*el proceso de estimar el coste utilizando ecuaciones matemáticas para relacionar los costes de una o más variables físicas o de elaboración asociadas con el bien o servicio que está siendo estimado*" (Stewart *et al.*, 1995, p. 233).

Su aplicación es bastante común en el sector aeronáutico anglosajón (transporte, defensa y espacio) debido a su utilidad en el desarrollo de grandes proyectos, en cuanto a recursos necesarios y duración²⁸³. Desde una perspectiva amplia su utilización va más allá del cálculo del coste de un producto o servicio, y se puede decir que *consiste en la generación de una aplicación de ecuaciones que describen relaciones entre costes, programas de trabajo, y atributos medibles de sistemas que deben ser creados, utilizados, mantenidos y retirados.*

La estimación paramétrica descansa en los modelos de simulación que son sistemas de relaciones estadísticas representadas mediante ecuaciones. Estas ecuaciones recogen expresamente las características físicas de un producto, su elaboración y desarrollo y el efecto en los costes y en los programas de producción.

El objeto a estimar se describe mediante valores para las variables independientes en la ecuación que representan las características del objeto o sistema. La utilidad de las ecuaciones es la de extrapolar la información pasada y presente sobre bienes y servicios hacia el coste de los productos o sistemas futuros. Estas ecuaciones se denominan Relaciones de Estimación de Costes (*Cost Estimating Relationship - CER*), y se presentaron en su momento como la solución que permite ahorrar tiempo y esfuerzo en la estimación de costes frente a la laboriosidad de la metodología aplicada por lo ingenieros, reconstruyendo los proyectos en la estimación.

En realidad se trata de un sistema de control que necesitaba ser implantado por parte del Departamento de Defensa de los EE.UU. ante la necesidad de considerar la reingeniería de sus procesos en una política de reducir costes en grandes proyectos como puede ser la contratación de investigación en equipos para la carrera espacial, adquisición de armamento sofisticado (por ejemplo misiles y cazas de combate), software, etc. Proyectos de vital importancia durante la época de contratación intensiva de investigación en la carrera armamentística. Por lo tanto, si la Defensa se consideró un

²⁸³ De hecho, en 1994 se formó un comité conjunto entre el Gobierno de los EE.UU. y las empresas suministradoras de equipamiento con la perspectiva de establecer unos criterios comunes en la utilización de los costes paramétricos. Por parte del Gobierno la responsabilidad recayó en el Departamento de Defensa (*Department of Defense, DoD*), que es un demandante de equipos muy sofisticados así como su Agencia Espacial (NASA). Por parte de las corporaciones había representantes de Westinghouse Electric Corporation, Rand Corporation, Martin-Marietta Aeronautics, E-Systems y McDonnell Douglas Aircraft Company. El objetivo fue desarrollar un manual que permitiera tanto la formación como una metodología para evaluar las herramientas estadísticas de estimación de costes. El manual fue editado a finales de 1995.

asunto prioritario y estratégico que en la búsqueda de mejorar exige una utilización eficiente de la información, la necesidad de estimar y controlar los costes, y por lo tanto, la estimación paramétrica les ha supuesto una herramienta útil en los Procesos de Reingeniería (*Business Reengineering Process*)²⁸⁴.

3.6 RESULTADOS E INFORMES

Debido a la naturaleza dual del modelo, el sistema de información presenta información técnica o económica en el momento preciso, con el grado de agregación solicitado por el decisor (más agregado cuanto más elevada sea la posición jerárquica del decisor) y concreta según sus necesidades con la finalidad de mejorar el conocimiento sobre las situaciones en las que se toman las decisiones, por lo tanto, mejoran la gestión.

El hecho de trabajar como unidad de gestión el lugar de trabajo favorece la flexibilidad del modelo, permitiendo realizar reagrupamientos a diferentes niveles, incluso dependiendo de la definición actual o potencial de la configuración de las distintas unidades de negocio.

Asimismo permite satisfacer las necesidades de la Contabilidad Financiera, identifica los centros de coste con el nivel de desagregación necesario, asume la complejidad del sistema de fabricación sin aumentar la dificultad para el decisor a la vez que mantiene la flexibilidad, y una vez definidos unos estándares de actividad normal de acuerdo con los datos observados para el período que se defina, su vigilancia se realiza mediante el modelo de control automático, que permite la actuación por excepción.

²⁸⁴ La necesidad de contratar investigación llevó por parte de los altos mandos del Departamento de Defensa a reconocer que, por ejemplo en el caso de software: "*parece existir una incapacidad entre los investigadores en software, en general, para predecir cuanto costará un sistema de costes, hasta que sea operativo, y si el software cubrirá o no las exigencias del usuario. Necesitamos cumplir nuestras promesas.*" El problema era que a comienzos de la década de los ochenta el porcentaje de software que cumplía las expectativas según las condiciones contratadas era muy bajo (según algunos informes de únicamente el 2%). Esta situación llevó al DoD a dedicar mucha atención en los procesos de mejora en la oferta y control de proyectos, esto incluía: "*proyectos con medidas específicas de utilización, proyectos de reutilización, inspecciones exhaustivas, arquitecturas propuestas en código ejecutable, y acceso del gobierno a la compañía contratada en entornos desarrollados on-line. El énfasis en el proceso nos dará una mayor confianza en que la comunidad investigadora en software cumplirá con las especificaciones comprometidas para el producto tanto en tiempo como en presupuesto*" (Lloyd K. Mosemann, Vicesecretario USAF en su intervención en la Software Techonolgy Conference en Salt Lake City, Utah, el 14 de abril de 1994).

Como resultado del modelo se obtiene, por un lado dos tipos de informes y además, la definición de las funciones de costes, o lo que es lo mismo tablas de costes para cada producto:

A) Una tabla de estándares normales de velocidades de producción (velocidad de servicio -Vs-), que recoge el tiempo necesario para elaborar un producto en cada fase en función del itinerario de producción y otra tabla de estándares normales del indicador R1. Estas tablas se actualizan permanentemente por el sistema de control de la producción, que además nos señala las desviaciones observadas con respecto al estándar si superan un porcentaje preestablecido.

Este submodelo de control, y en consecuencia la tabla de estándares, se elabora en dos etapas:

a) Diseño e implementación de un sistema gestor de datos que permita controlar la producción y nos informe sobre los valores de los estándares en el momento que establezca el usuario de la información.

b) Con la información de las observaciones periódicas, se procede a la elaboración de estándares de velocidad así como de los indicadores de eficiencia R1, R2 y R3.

Este tipo de información permite análisis orientados al ciclo de vida del producto, análisis estratégicos sobre prestaciones de nuevas inversiones así como los límites tecnológicos de la competencia, productos nuevos y mejoras en los procesos, etc.

B) Un informe sobre costes permanentemente actualizado que se resume en una tabla con los registros de producto, sus características y formación del coste por kilo desglosado por epígrafes orientado hacia el establecimiento de precios.

Descrito el modelo en su doble vertiente, técnica y económica, en el próximo capítulo se expone su contrastación empírica en dos empresas caracterizadas por la heterogeneidad sus productos.

CAPITULO 4

CONTRASTACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO: PLÁSTICOS GAMAZA, S.A. Y TEXTIL SANTANDERINA, S.A.

4.1 OBJETIVO, PLANTEAMIENTO Y ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

4.1.1 Objetivo

La finalidad de la contrastación empírica de la investigación es demostrar la viabilidad técnica y económica de la implementación de un modelo concreto en un sistema de información contable que permita, con una fundamentación en la planificación y control del tiempo de las actividades de la empresa, proveer información técnica y monetaria a los distintos niveles decisores.

En este sentido cobra una importancia crucial la capacidad de la actividad productiva global de la empresa considerada en tiempo (horas-máquina y/o horas-hombre) como factor de homogeneización cuando estudiamos las circunstancias más complejas, pero comunes a las que se puede enfrentar una empresa, la producción heterogénea.

4.1.2 Planteamiento

El planteamiento de la parte empírica de la investigación es único: realizar la implantación en una empresa del sistema de información contable que hemos diseñado. Para ello hemos de actuar desde la plena y leal colaboración por las dos partes, Universidad-empresa en un campo común que suponga un enriquecimiento para ambos. Detrás de este planteamiento reside la oportunidad de acceder con cierta permanencia²⁸⁵ a unas instalaciones productivas, a cambio de ofrecer a la dirección de la empresa la

²⁸⁵ En el planteamiento original si bien se planificaba una estancia superior a seis meses, en ningún caso se estableció un límite, ni siquiera se garantizaba un resultado. Puesto que era de vital importancia mantener la confianza de la dirección en la utilidad de los estudios se proponía un flujo constante y semanal de información acerca de la evolución de los trabajos, bien al gerente, bien al responsable de la sección analizada.

totalidad de los resultados a los que se llegase así como la metodología utilizada y la información generada en el proceso.

Obviamente se debe garantizar la confidencialidad absoluta de los datos a los que se tendrá acceso, así como cualquier otra información que las dos empresas que hemos seleccionado consideraron con ese carácter.

Esta circunstancia, el hecho de acceder a las instalaciones, y, sobre todo, el acceso a la información supone, por si mismo, la demostración de un cambio en la mentalidad de los responsables de alguna empresa hacia una apertura a la colaboración con el exterior, y en concreto con un departamento de administración de empresas de la Universidad²⁸⁶, en cuestiones tan vitales para la obtención de ventajas competitivas como son las de la organización de producción y el cálculo y control de los costes.

Por nuestra parte, el acceso a dichas instalaciones se realizó y, se sigue realizando, bajo los planteamientos de respeto, neutralidad y ánimo de aprender de las técnicas aplicadas. En este sentido, es necesario destacar que, aunque la investigación supone unos objetivos técnicos, desde el comienzo se valoraron los aspectos de comportamiento humano que se han tenido muy en cuenta y que llevaron a establecer tres aspectos o principios interrelacionados de comportamiento, que en nuestra opinión son muy importantes para mantener este tipo de relación:

- La paciencia: medir el desempeño de las tareas de máquinas y personas, sobre todo si se realiza por alguien reconocido como ajeno a la empresa, si bien plantea ventajas (objetividad) también supone inconvenientes (puede suponer malestar o incomodar porque supone una intromisión en el territorio personal de las personas que trabajan habitualmente realizando dichas tareas). Para evitar esto último siempre se ha necesitado un tiempo de "adaptación" tanto por nuestra parte como por parte de las personas con las que se va a colaborar, lo que supone una dedicación en horas muy importante al principio de los trabajos a la vez que se aprende con el máximo detalle posible sobre los procesos y tareas, se consigue establecer una mínima relación de índole profesional que elimine o aminore la condición de "extraño y ajeno".

²⁸⁶ Una de las empresas ya mantenía en ese momento un convenio de colaboración con otro departamento de la Universidad de Cantabria.

- Ocasionar las mínimas molestias; debido a que se trata de un proyecto que se prolonga en el tiempo esto exige la ausencia de cualquier molestia o conflicto con las personas ²⁸⁷.

- La dependencia de los responsables de la sección, del jefe de fabricación, etc.: sin duda alguna ninguno de los trabajos se hubieran concluido sin el apoyo o la ayuda de los dos responsables de producción de ambas empresas, es decir, de los mandos intermedios. Son ellos los que nos han guiado desde el principio en las distintas actividades, los que nos han enseñado lo necesario sobre el funcionamiento de las máquinas, sobre los motores, sistemas hidráulicos, mecánicos y neumáticos, y son los que han realizado el control permanente de nuestros trabajos, respondiendo a todas nuestras cuestiones, revisando datos e incluso facilitándonos sistemas de medición complementarios para la realización de las mediciones necesarias.

Sobra decir que si bien se exponen en esta Memoria de Tesis Doctoral los resultados de la aplicación del modelo diseñado en dos empresas analizadas durante el periodo 1997 a 1999, desde el año 1996 se venían manteniendo contactos con algunas empresas de Cantabria con vistas a ser utilizadas a tal fin y permitirnos el acceso a sus instalaciones y datos, a la vez que ofrecernos la colaboración que se necesitaba²⁸⁸.

Estos intentos infructuosos en cuanto a su participación en esta investigación no fueron tales, por cuanto nos permitieron definir, sin embargo, un perfil claro del tipo de empresa que buscábamos y que se describirá en el epígrafe 4.2.

Sin duda alguna han sido determinantes los medios informáticos para demostrar la viabilidad de la implantación del modelo. A la hora de elegir dentro del software disponible en el mercado, se han utilizado:

- Bases de datos,
- hojas de cálculo,

²⁸⁷ En muchas ocasiones la actividad de medir una tarea manualmente exige una dedicación y paciencia puesto que en ningún caso se condicionaron las decisiones de los responsables ni los trabajos de los operarios en el desempeño de las tareas, se "espera hasta que ocurra lo que se desea medir", si bien es posible planificar las mediciones en función de la programación de las tareas. Nuestro planteamiento ha sido siempre el de hacer nuestro trabajo sin incidir en su desempeño aunque seamos conscientes que nuestra sola presencia ya supone una incidencia.

²⁸⁸ De hecho en una de ellas se mantuvo una relación durante cuatro meses durante los cuales se les brindó cierta asistencia en el tratamiento de información para el control de proyectos, sin embargo cuando se planteó posteriormente la posibilidad de implantar un sistema de cálculo y control de costes desistieron en la colaboración.

- procesador de textos, y
- un paquete estadístico.

Todos ellos estaban ya disponibles en las versiones utilizadas desde finales de los ochenta, lo cual demuestra que los medios de tratamiento de información no han sido ningún problema real en la situación actual de la Contabilidad de Costes y de Gestión²⁸⁹.

Por lo que se refiere a los sistemas de medición además de los datos suministrados por las empresas en sus sistemas de control estadístico de la calidad, han sido los siguientes tipos:

- Cronómetros: digital y centesimal,
- tacómetro,
- termómetros e higrómetros ambientales,
- básculas y balanzas,
- registro de intensidad y voltaje,

así como sistemas electrónicos, concretamente de sensores ópticos y un *encoder* para la medición electrónica con conexión final a un ordenador-registrador de las mediciones.

4.1.3 Esquema general

La demostración de la viabilidad del sistema es modelizar los dos tipos de diversidad recogidos en el capítulo anterior: la variabilidad fines-medios y la variabilidad causa-efecto. Sin embargo debemos destacar que los dos niveles de modelización son viables y útiles en sí mismos, realizándose únicamente el análisis causa-efecto cuando la aplicación completa del modelo no sea posible, tal y como se explica en el caso de Plásticos Gamaza, S.A., donde se adoptó esta alternativa.

El esquema de modelización común es el que sigue:

²⁸⁹ Nuestros trabajos tenían la consideración de investigación, lo que supuso mantenerse a lo largo de la implantación fuera de los sistemas de información vigentes en las empresas lo que nos ha permitido utilizar este tipo de software. Es a partir de ahora, después de un periodo prudente de comprobación que se planteará su adaptación a sistemas más modernos y optimizados, aunque no es previsible que suponga un ahorro de tiempo importante.

Fase 1. Como se ha comentado, la primera fase es común a todos los estudios, se trata de conocer con el mayor detalle posible el proceso productivo. Para ello, lo normal es preparar una serie de esquemas, de más generales a más detallados, sobre diversos aspectos de dicho proceso productivo: tipo de productos, consumos, generación de residuos, subproductos, localización de semiterminados, redes de alimentación de energía, itinerarios de producción, estructura del personal de la organización, grupos de máquinas, etc. Además se deben clasificar las variables del sistema, que se pueden agrupar en las siguientes:

a) Variables relativas a los *input*: cantidades de materiales, calidades y propiedades del material de producción.

b) Variables relativas al proceso: presiones, ciclos productivos, temperaturas, humedad, etc.

c) Variables relativas al *output*, a los productos: como por ejemplo la calidad, resistencia, dimensiones, etc.

Fase 2. Obtener y detallar las fuentes de información disponibles, ordenes y documentación de producción, tipos de datos, validez, fiabilidad y caducidad, finalidad de la información (si es para planificación, control, ...). También es importante conocer los sistemas de almacenamiento y procesamiento de dicha información. En esta fase se hace imprescindible la obtención de muestras para la comprobación de la información habitualmente generada por la empresa.

A partir de este momento el trabajo discurre en dos direcciones perfectamente diferenciadas, una para la determinación de los costes actuales y otra para el establecimiento de las funciones de producción desarrolladas; es decir, una para la planificación y control de factores de producción y otra para la planificación y control de valores de producción.

Fase 3. Control y evaluación de los factores de producción. Se basa en la determinación de las variables más importantes a considerar, lo que se hará, esencialmente, a partir de entrevistas con los encargados y operarios esencialmente y, posteriormente, en la observación de cada variable. Si el objetivo es explicar el comportamiento del rendimiento de los procesos de producción (o velocidad de producción, que a nuestros efectos es lo mismo) intentaremos encontrar aquellas otras variables que, bien por separado, o interactuando entre ellas, afectan a la cantidad producida.

En general, nos referimos a la “receta” del producto, es decir, a la suma de materiales y tecnologías no son los únicos determinantes. Es más, existen otros factores que afectan a la producción y que vienen determinados por el entorno en el que se realizan los trabajos. Formalmente hemos definido una función de producción desarrollada que es capaz de recoger todas las circunstancias bajo las que se realiza la actividad de producción en cada lugar.

Fase 4. La siguiente fase es la recogida y análisis de datos sobre velocidades de producción según variables establecidas en la fase anterior. El resultado de esta fase es la disponibilidad de un esquema del itinerario de producción con las velocidades individualmente determinadas para cada tipo de producto. En aquellas circunstancias en las que se trabaje con grupos de máquinas, tendremos una velocidad agregada media potencial resultado de la suma de las velocidades de cada máquina (velocidad de flujo o tiempos de flujo) así como los tiempos de espera entre fases (tiempos de fondos).

Fase 5. Determinación de los costes de producción del período. En esta fase se necesitan datos de la Contabilidad Financiera para, según el modelo oportuno, calcular los costes de producción en función de los tiempos consumidos de producción. Es el objetivo final del trabajo desde la perspectiva del contable de costes aunque no desde la del contable de gestión.

Fase 6. Ampliación del modelo de producción con el resto de variables no recogidas hasta este momento, con el fin de intentar explicar la variabilidad en el comportamiento de las máquinas según las causas establecidas en la fase 3 del estudio, a las que podríamos llamar variables del entorno (variación causa-efecto). En definitiva, recogida de datos sobre dichas variables además de las que se venían observando hasta ese momento. A su vez esta fase se subdivide en cuatro:

Fase 6.1. Preparación de las hojas de trabajo para la recopilación de datos que se utilizarán en el modelo.

Fase 6.2. Recogida de los datos.

Fase 6.3. Búsqueda del modelo de comportamiento.

Fase 6.4. Análisis de la fiabilidad del modelo.

Fase 7. Aplicación de modelos de regresión para buscar relaciones entre la velocidad de proceso y todas las variables estudiadas, tanto relacionadas directamente

con la producción en si, como aquellas que se refieren al entorno de producción. Llegados a esta fase del estudio dispondríamos de las funciones de producción por máquina, por lo que seríamos capaces de explicar la heterogeneidad a la que nos referíamos al comienzo del trabajo. La agregación de las funciones de producción, de nuevo, para cada grupo nos permitiría trabajar con funciones de producción agregadas. Esto se debe a que las condiciones de funcionamiento, en lo que a entorno se refiere, son homogéneas.

Fase 8. Valoración de las funciones de producción, es decir, determinación del comportamiento de las funciones de costes, como herramienta de programación, presupuestación y control. En esta fase se comprobaría la coherencia de los resultados con la estimación previamente realizada.

4.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LAS EMPRESAS OBJETO DE ANÁLISIS

Si bien es cierto que inicialmente se trataba de buscar una empresa en la que se diera como condición que su gestión estuviese condicionada por una cartera de productos heterogénea²⁹⁰, poco a poco se fueron ampliando las circunstancias que previsiblemente caracterizarían a la empresa, o empresas colaboradoras, destacando sobre ellas el que tuviera una dirección joven, innovadora y preocupada por la calidad, más allá de un mero planteamiento teórico de intenciones.

Además, desde la perspectiva de conseguir la viabilidad de la colaboración era preciso que estuviese ubicada en Cantabria, de manera que los tiempos de los desplazamientos entre la Universidad y las instalaciones de la empresa no fueran demasiado elevados y dificultaran el trabajo.

También se consideró primordial, desde el principio, el factor tecnológico, así como el tamaño de la empresa, siendo preciso que, al menos una de las empresas

²⁹⁰ Si bien es aceptable el sector servicios, nos referimos a que los esfuerzos iniciales se dirigieron a sectores tales como construcciones metálicas, bollería y panadería y plásticos, mediante visitas personales y presentación de memorias de proyectos a empresas individuales. Además nos pusimos en contacto con la patronal de los empresarios CEOE-CEPYME de Cantabria, aunque desafortunadamente no tuvimos éxito. Se buscaba una empresa con los dos tipos de heterogeneidad, aunque como se comprobó posteriormente la aplicación de metodologías *CIM* conllevan entornos de producción controlados lo que disminuye las variaciones causa-efecto ocasionadas por el entorno productivo.

seleccionadas dispusiera de sistemas automáticos de producción o de recogida de información, puesto que se trataba de demostrar la viabilidad general del modelo. Como ya indicamos anteriormente, esta viabilidad se ha separado en dos fases diferenciadas: la viabilidad de modelizar las relaciones fines-medios y la viabilidad de modelizar las relaciones causa-efecto.

Por otro lado, demostrar la universalidad de su implantación exigía su aplicación a una empresa grande y a una pequeña, o lo que es lo mismo, a una cuyo mercado fuera global y a otra que fuera cercano.

Los resultados recogidos en este Capítulo 4 del trabajo de investigación, son los correspondientes a las dos empresas finalmente seleccionadas para la implantación del modelo. Estas empresas, que cumplían satisfactoriamente el perfil adecuado y cuya colaboración ha sido, tal como nos planteamos, plena y leal, son: Plásticos Gamaza, S.A. y Textil Santanderina, S.A. La primera nos permitirá contrastar la viabilidad del modelo relativa a las relaciones causa-efecto y la segunda la relativa a fines-medios.

4.3 PLÁSTICOS GAMAZA, S.A.

4.3.1 La empresa, su entorno y su actividad

La empresa analizada y seleccionada en primer lugar, Plásticos Gamaza, S.A., es una pequeña empresa que en el año 1998 su activo total fue inferior a 150 millones de pesetas, su cifra de ventas no superó los 300 millones de pesetas y con una plantilla de diecisiete empleados, que se dedica a la fabricación de bolsas de plástico mediante extrusión del polietileno, preferentemente para el comercio en general, aunque cada vez más las fabrica para la industria (embalaje y transformación).

La fabricación de las bolsas se realiza en tres fases sucesivas: extrusión, impresión y acabado. En la primera, se producen las bobinas de plástico²⁹¹, que posteriormente se transforman en bolsas mediante la maquinaria adecuada en dos fases: impresión de anagramas y logotipos, estampados, etc. y corte/acabado.

²⁹¹ Suelen ser de tubo de plástico aunque también pueden ser láminas fabricadas en todo caso a partir de polietileno en grano.

Las bolsas presentan gran diversidad en función de la densidad del plástico (que depende de la finalidad, la capacidad de resistencia, etc.) y el tamaño, que puede oscilar entre 4 centímetros y un metro de longitud, y de 5 centímetros a dos metros de ancho. Además existen otras características accesorias como son los colores, la impresión mediante clichés y las asas. En principio hay cinco tipos básicos de bolsas con diferentes variedades según las características exigidas por el cliente, aceptándose los pedidos mayores de cinco kilogramos.

Por lo tanto no trabajan en serie sino la producción es siempre por pedido, desde la primera fase de elaboración; de hecho, en esta fase se organizan los pedidos en lotes a partir de alguna característica común dependiendo de los tiempos necesarios para el cambio de pedido, que generalmente es el color (cambio de concentrado para colorear el polietileno) y el tipo de material.

Su mercado es básicamente regional, lo que hemos denominado cercano, aunque también realizan ventas en las regiones limítrofes y aunque compite en el producto con uno de los mayores fabricantes nacionales: Plásticos Españoles, S.A. (ASPLA) ubicado también en Cantabria, concretamente en Torrelavega, las diferencias en sus estructuras de costes les lleva a actuar en diferentes nichos de mercado. En cambio, la dirección de la empresa sí observa con preocupación la competencia realizada por las empresas de parecido tamaño que se dedican al mismo tipo de actividad en la región.

La empresa está organizada en dos secciones principales:

1º) Almacén de materias primas y transformación:

2º) Comercial y administración.

Los materiales utilizado se agrupan, según la fase en que se utilizan, en:

a) Extrusión: polietileno de alta densidad (HD), polietileno de baja densidad (LD), polietilenos especiales (EVA), concentrados (colores).

b) Impresión: pinturas, tintes, disolventes, celofanes, etc.

c) Acabado: otros materiales, por ejemplo las asas y cierres que son complementos para las bolsas.

Asimismo, el mantenimiento del equipo de producción exige el consumo de recambios, aceites, etc.

El documento base para la información en el proceso de fabricación es el parte de trabajo, en él se especifican los datos del pedido, incluyendo las características del producto: fecha de expedición, cliente, anchura (en centímetros tanto del tubo como de la bolsa), grosor (en galgas²⁹²), número de unidades (en bolsas y/o kilogramos), longitud de la bolsa y por lo tanto la longitud mínima del pedido completo²⁹³, observaciones (repite especificaciones, tipo de polietileno, color, estampado) y fecha prevista de entrega si así lo exige el cliente. Esta hoja es emitida por el ordenador, y la información queda recogida en forma de tablas, cuyos registros corresponden a cada uno de los pedidos.

La fabricación no se hace de manera inmediata una vez expedida la orden, sino que se intenta optimizar la capacidad de producción así como las operaciones de limpieza de las máquinas de impresión, por lo que se como agrupan en lotes de características idénticas o lo más parecidas posible. La tecnología utilizada no es automatizada, o no se dispone de maquinaria de control numérico, ni existe un sistema automático de recogida automática de información de producción.

4.3.2 Heterogeneidad causa-efecto

Aunque no es posible implantar un sistema de gestión global sobre el funcionamiento de las tres secciones por la carencia de información, sí es posible la modelización de las prestaciones de las máquinas de acuerdo con las características del entorno.

Supongamos que los responsables de la empresa consideran un buen método de cálculo de costes para el establecimiento de los precios la utilización del peso del producto como criterio de reparto de los costes indirectos. Es decir, consideran la

²⁹² 4 galgas equivalen a 1 micra.

²⁹³ Que no tiene por qué coincidir con la real puesto que siempre se realizan más bolsas por la existencia de subproductos en los cambios de pedidos así como por la fabricación de bobinas de idéntico tamaño que por su peso sean fácilmente manejables.

existencia de proporciones lineales fijas entre cualquier tipo de producto fabricado en sus instalaciones de acuerdo con el siguiente cálculo:

$$\text{peso (kg)} = 2 \cdot a \text{ (cm)} \cdot l \text{ (mt)} \cdot 100 \frac{\text{(cm)}}{\text{(mt)}} \cdot g \text{ (g)} \cdot \frac{4 \text{ (cm)}}{10.000 \text{ (g)}} \cdot d \cdot \frac{\text{(gr)}}{\text{(cm}^3\text{)}} \cdot \frac{\text{(kgr)}}{1.000 \text{ (gr)}}$$
$$\text{peso (kg)} = \frac{2 \cdot 4 \cdot d}{10^5} \cdot a \cdot g \cdot l$$

Donde el tubo de la bolsa tiene dos caras de una anchura a medida en centímetros, el pedido tienen una longitud total l medida en metros, el grosor del plástico se mide en galgas g y la densidad d está determinada por gramos por centímetro cúbico²⁹⁴.

La utilización del peso del producto como factor de reparto supone realizar el cálculo del coste del producto de la siguiente manera (considerando que únicamente se mide el consumo de materiales y que los procesos son capital intensivos):

$$C(p) = \text{peso} \times \text{c. u. m. p.} + \text{peso} \times \text{sup. unit. costes indirectos}$$

$$C(p) = \text{peso} \times (\text{c. u. m. p.} + \text{sup. unit. costes indirectos})$$

El coste unitario de la materia prima (c.u.m.p.) es el coste del polietileno y el suplemento unitario de los costes indirectos (sup.unit.costes indirectos) es un estándar calculado sobre la producción en kilogramos y los costes estimados para el ejercicio.

En este punto se nos plantea una primera cuestión: ¿realmente se trata de un proceso en el que la variación en las características del producto suponen variaciones lineales en el rendimiento de los procesos?

Buscamos determinar el comportamiento de la máquina a partir de las condiciones de funcionamiento²⁹⁵, y estas condiciones dependen tanto de las características físicas

²⁹⁴ Se utilizan básicamente dos tipos de plástico, uno de alta densidad (0,06 grs/cm³) y otro de baja densidad (0,0575 grs/cm³).

²⁹⁵ Cuando Chambers (1988, p. 8) establece las propiedades de la función de producción advierte que la representación considera únicamente aquellos inputs que son en algún sentido económico escasos y sobre los cuales el decisor o empresario ejerce un control efectivo. Pero advierte que inputs, tales como la cantidad de luz (solar) en la producción en los campos de cultivo que no está bajo un control efectivo del empresario o que no son escasos, no dejan de tener su importancia. De hecho pueden ser críticos en la

del producto como de las circunstancias físicas en las que se trabaja. Debemos recordar que todas las máquinas se pueden utilizar para fabricar cualquier tipo de bolsa en función de sus características y con las limitaciones de la máquina. Además no existe un manual o tabla de funcionamiento de la máquina que relacione las características con la posición de los mandos de control, ni está definida una velocidad óptima de producción, sino que existe un rango posible de funcionamiento incluso para cada bolsa (es pequeño, pero existe). ¿Qué elemento o factor es lo que afecta a la máquina, como factor predominante de producción? Podemos agrupar los factores en dos grupos:

1) Relativos al producto:

- a) Materiales utilizados (polietileno y concentrados),
- b) ancho,
- c) galga o grosor del plástico.
- d) tamaño del pedido.

2) Relativos a las circunstancias de producción:

a) Factor humano:

- Quién maneja los mandos de la máquina,
- decisiones sobre organización de la producción.

b) Factor técnico:

- Tipo de máquina,
- capacidad,
- antigüedad,
- condiciones de mantenimiento.

c) Factor entorno de funcionamiento:

- Temperatura,
- humedad,
- hora del día,
- tipo de instalación productiva,
- día de la semana.

En resumen en la figura 42, se recoge una descripción de la interacción hombre-máquina-entorno-producto en base al funcionamiento de la extrusora: el polietileno se introduce en la tolva, que funciona como dosificador, al igual que el colorante

determinación de la cantidad y calidad del producto final. Ahora bien, como no son controlables no se consideran como variables clave en la decisión, y es la formulación y propiedades de la elección en sentido económico en la que estamos interesados, por lo que las deja fuera del modelo.

concentrado que, en la mezcla adecuada según las indicaciones del cliente, permitirá alcanzar la tonalidad deseada. La mezcla se va desplazando por el efecto del motor principal sobre un husillo al que hace girar y desplaza el polietileno a lo largo de las secciones de calentamiento²⁹⁶ hasta que se alcanza la temperatura necesaria para que el polietileno fluya hacia la salida en forma líquida, si bien previamente ha de pasar por un filtro para eliminar impurezas que estropeen el funcionamiento del proceso. La salida está formada por una boquilla cuyo diámetro determina la anchura de la burbuja o globo de plástico que mediante la velocidad de estiramiento determina el grosor de sus paredes. A lo largo de su recorrido de salida el plástico se enfría y se solidifica recogiéndose en un rodillo superior en el que se le puede dar en su caso los pliegues exigidos y se envía a los rodillos inferiores, que sincronizados con el superior permiten que la bobina tenga la tensión precisa para continuar con las siguientes fases. Es en recorrido descendente, cuando se somete al plástico a un tratamiento con ozono, lo que permitirá posteriormente la fijación de los tintes en la impresión.

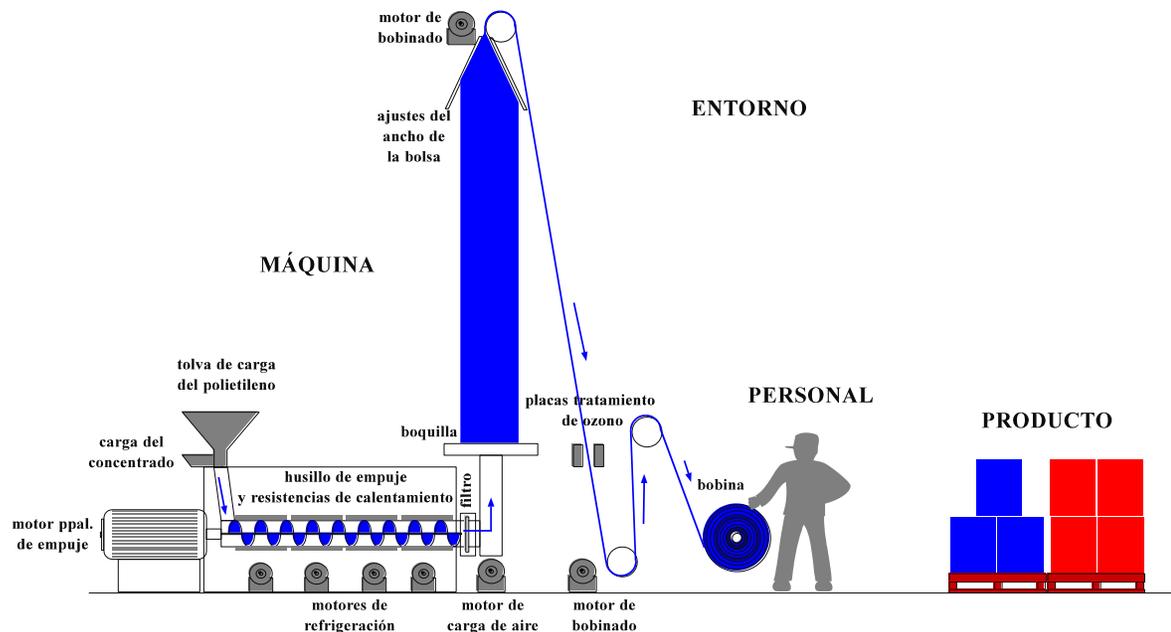
Una vez alcanzado el diámetro, color y grosor deseados el proceso no se detiene hasta el final del lote completo, aún cuando sea necesario el cambio de bobinas de salida, puesto que la máquina permite la sustitución de éstas sin pararse. Por otro lado, los tiempos de cambio de lote dependen básicamente de la diferencia entre el polietileno utilizado y, lo que es más importante, del cambio de color²⁹⁷.

En nuestro trabajo hemos utilizado estas variables como exógenas, salvo la antigüedad y las condiciones de mantenimiento que consideramos constantes y por lo tanto no suelen influir en un período de tiempo corto. De hecho se han eliminado aquellas mediciones de máquinas cuyo funcionamiento no fuera el habitual por problemas técnicos.

²⁹⁶ Dispone de unos sistemas automáticos de termostatos que calientan y enfrían progresivamente la mezcla según las temperaturas especificadas en el proceso.

²⁹⁷ De hecho se busca un orden en los lotes de tintes más claros a más oscuros para reducir el tiempo de *set-up*.

Figura 42
Factores del microentorno y las relaciones causa-efecto
(esquema de una extrusora)



Fuente: elaboración propia.

4.3.3 Medición

Al tratarse de procesos capital intensivos las mediciones son: de la velocidad y los tiempos de paro propios de proceso, realizadas ambas sobre las máquinas, y de las tareas complementarias de los operarios.

En este trabajo se recoge la parte correspondiente al análisis del comportamiento del factor máquina. La investigación se basa en la hipótesis de que existe un rango de temperaturas y velocidades adecuado para cada tipo de producto, es decir, el operario intentará alcanzar esa velocidad óptima que dé al producto la calidad adecuada.

Las mediciones realizadas tuvieron en cuenta: el día, la hora, la temperatura, la humedad, la velocidad de la máquina y en aquellas máquinas en las que se disponía de

controles adecuados, el amperaje y el voltaje. Además se registró el tipo de material y el concentrado utilizado para colorear.

El diseño de la hoja de toma de datos es el que se recoge en la figura 43. El proceso de medición es regular en su orden. El primer paso es anotar los pedidos que se están procesando según los partes de la mesa de control. Seguidamente se hace una medición de contadores para comprobar el consumo eléctrico. A partir de este momento empieza la medición de máquinas y se confirma que la calidad del producto es la deseada, si el producto es rechazado (básicamente por problemas en el color o por la aparición de poros) también se rechaza la medición.

Figura 43
Hoja de recogida de datos

Fecha	TemperaturaC	Humedad:	%	Equipo:
Hora:		Consumo:	seg./vuelta	Consumo:
				Wh
EXTRUSORA 1	Nº pedido:	Metros	Metros reales	
Galga	Ancho	Amperios	Voltios	
Ref. inicial	Ref. final	Tiempo	Velocidad	mts/min.
EXTRUSORA 2	Nº pedido:	Metros	Metros reales	
Galga	Ancho	Amperios	Voltios	
Ref. inicial	Ref. final	Tiempo	Velocidad	mts/min.
EXTRUSORA 3	Nº pedido:	Metros	Metros reales	
Galga	Ancho	Amperios	Voltios	
Ref. inicial	Ref. final	Tiempo	Velocidad	mts/min.
EXTRUSORA 4	Nº pedido:	Metros	Metros reales	
Galga	Ancho	Amperios	Voltios	
Ref. inicial	Ref. final	Tiempo	Velocidad	mts/min.
EXTRUSORA n	Nº pedido:	Metros	Metros reales	
Galga	Ancho	Amperios	Voltios	
Ref. inicial	Ref. final	Tiempo	Velocidad	mts/min.
Fecha	Temperatura:	°C	Humedad:	%
Equipo:				
Hora:		Consumo:	seg./vuelta	Consumo:
				Wh

Fuente: elaboración propia.

Las mediciones se han introducido en una hoja de cálculo, en la que se han calculado velocidades a partir de los tiempos medidos y se han aplicado modelos econométricos de regresión para la obtención de los modelos que pasamos a explicar a continuación.

4.3.4 Estimación de funciones de transformación de las máquinas: estudio de una máquina²⁹⁸

Si bien el estudio se completó para todas las máquinas de la primera fase, consideremos suficiente mostrar el análisis de la información relativa a una extrusora de alta capacidad²⁹⁹, equipada con un motor de empuje principal de 50 Kw y otro motor de ventilación de 5 Kw. Además tiene 7 secciones de resistencias para calentar el polietileno entre 180 y 200 °C. Trabaja tanto con material de alta como de baja densidad.

En una primera aproximación, se midieron como prueba varios pedidos para buscar la manera óptima de realizarlo apareciendo los siguientes resultados, en días diferentes durante un período de seis meses, para un mismo tipo de producto:

Tabla 15
Comparación inicial de velocidades (mts/min)

galga	ancho	velocidad
70	35	48,6
70	35	54,7
70	35	54,9
70	35	55,2
70	35	56,1
70	35	56,2
70	35	56,6
70	35	58,7
70	35	59,0
70	35	59,1
70	35	59,3
70	35	59,8
70	35	60,1
70	35	60,2
70	35	60,6
70	35	63,3

Fuente: elaboración propia.

²⁹⁸ Véase Atkinson (1987), en particular los capítulos dos (*Northern Aerospace Manufacturing*), tres (*Neptune Plastics Manufacturing -A-*) y siete (*Neptune Plastics Manufacturing -B-*).

²⁹⁹ Al ser cada máquina de una capacidad diferente debido a su tamaño, presentan alguna peculiaridad, si bien la metodología seguida es la misma para todas ellas.

Como se observa en dicha tabla, existe una cierta dispersión en la velocidad para el mismo producto ya que se encuentra en un rango de 14,7 metros por minuto, con una velocidad media de 57,65 metros por minuto y una desviación típica de 13,23, que puede ser explicada por el hecho de que es el operario el que controla manualmente la intensidad energética que recibe el motor y por lo tanto la velocidad del proceso en función del producto, no existiendo una tabla disponible con permanencia en la máquina que especifique las velocidades sino que mediante una metodología prueba-error se define ésta en función principalmente de la anchura del globo (introduciendo o expulsando aire) y del grosor del plástico.

Esta heterogeneidad se repite para el resto de las máquinas, lo que significa que no son estables en su funcionamiento y que existen una serie de factores que les afectan de manera directa. Ahora bien, a priori solo se tiene capacidad de decisión sobre dos, que corresponden con las características del producto, es decir, la galga y el ancho. El resto vienen impuestos por las circunstancias de la producción. Intentar llegar a explicar estas variaciones nos ha llevado a considerar un gran número de variables exógenas que, en el caso de la máquina descrita en estas líneas, se recogen en la tabla 16 representativas de las variables utilizadas para explicar las variaciones de la velocidad, así como los valores máximos y mínimos que definen el intervalo para el que se pueden establecer las conclusiones del estudio.

Tabla 16
Variables exógenas analizadas

Número	Nombre	Variable	Explicación	V MAX	V MIN
1	Hora	Hm	Hora del día, en minutos en la que se hizo la medición.	1282	480
2	Metros pedido	M	Tamaño del pedido en metros.	60200	600
3	Galga	G	Galga en unidades de galga.	500	40
4	Ancho	A	Ancho en centímetros.	112	20
5	Equipo	E	Equipo que trabaja en ese momento en la máquina.	1	0
6	Temperatura	T	Temperatura en grados centígrados en el centro del área de extrusión*.	35	15
7	Humedad	H	Humedad en % en el centro del área de extrusión*.	68	32
8	Material	M	Tipo de material V.D. 1 HD, MD, 0 BD	1	0
9	Cambio de turno A	Cta	V.D. 1 cuando la hora es de comienzo de turno de la 2ª y 3ª fase (9 y 15 horas) y 0 el resto.	1	0
10	Cambio de turno B	Ctb	V.D. 1 cuando la hora es de final de turno de la 2ª y 3ª fase (13 y 19 horas) y 0 el resto.	1	0
11	Turno polígono	TpA	V.D. 1 cuando la hora es de funcionamiento probable del polígono (de 8 a 13 y de 15 a 20 horas) y 0 el resto.	1	0
12	Lunes	Lu	V.D. 1 cuando es lunes.	1	0
13	Martes	Ma	V.D. 1 cuando es martes.	1	0
14	Miércoles	X	V.D. 1 cuando es miércoles.	1	0
15	Jueves	Ju	V.D. 1 cuando es jueves.	1	0
16	Velocidad p.a.	Vel t-1	Velocidad del proceso anterior (en su caso)	69,1	8,6

V.D.- Variable dicotómica (sólo toma valores 0 ó 1).

*.- la temperatura y la humedad se registraron a 1,6 mts. de altura sobre el nivel del suelo.

Fuente: elaboración propia.

Aunque *a priori* se incluyeron todas las variables recogidas en esta tabla, según se fueron buscando los modelos con mayor capacidad explicativa, se iban despreciando variables. Como primer resultado presentamos, dentro de la forma más sencilla posible, la lineal, un modelo de regresión múltiple (entre paréntesis el estadístico t de Student):

$$\text{Velocidad t (mt/m)} = 46,814923 - 0,123256 g - 0,130598 a - 3,991061 \text{ cta} + 2,881324 \text{ lu} + 0,338325 \text{ vel t-1}$$

$$(15,826) \quad (-14,022) \quad (-7,254) \quad (-1,804) \quad (2,059) \quad (7,665)$$

Con los siguientes estadísticos:

Tabla 17
Estadísticos del ajuste lineal

error est	DW	R ²	R ² ajus	F	n
6,74345	2,01285	0,80378	0,79839	149,10474	188

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, con ausencia de autocorrelación de residuos, el modelo es plenamente representativo para las 188 observaciones de la muestra.

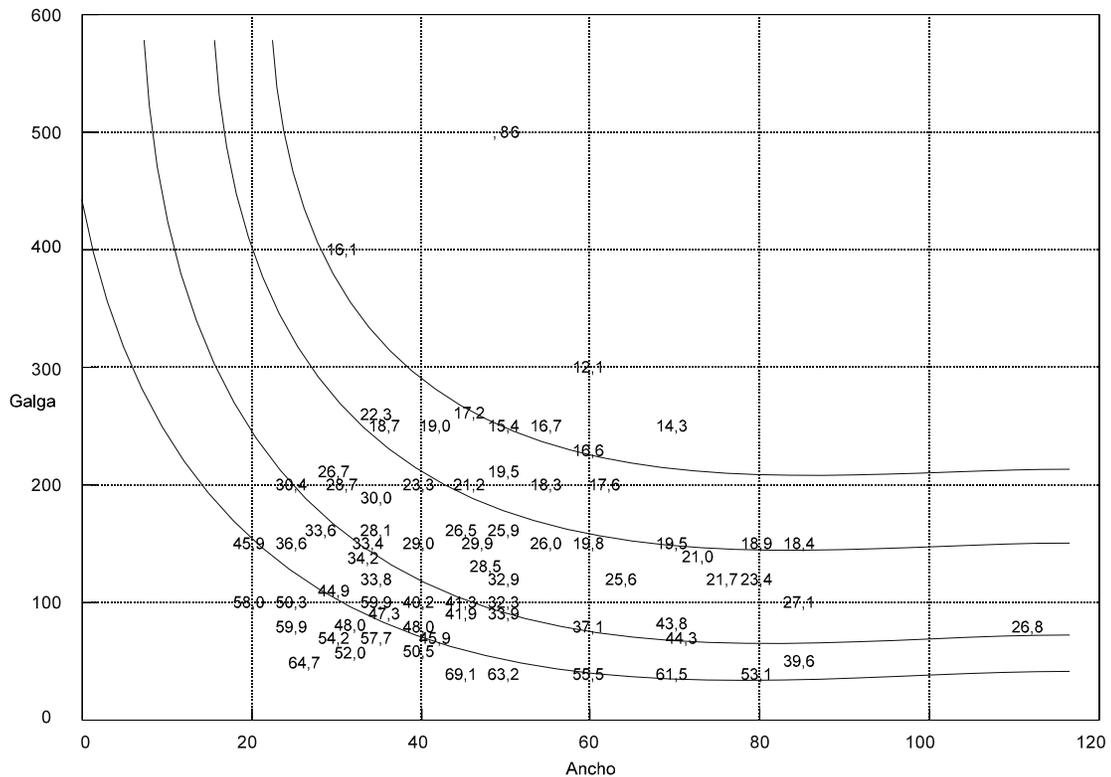
En cuanto al comportamiento de las variables recogidas en el modelo, tres tienen efectos negativos sobre la velocidad en caso de aumento, son la galga, el ancho y los comienzos de turno. Los lunes tienen un efecto positivo en la velocidad ya que se realiza el cambio de filtro lo que supone que la velocidad de proceso aumente aproximadamente en 3 metros por minuto.

Con respecto a a galga y a la anchura cuanto mayor y más gruesa es la bolsa, mayor será el consumo de material y menor su velocidad. El hecho de trabajar en el momento en que entra en funcionamiento las fases 2 y 3 supone una menor velocidad de aproximadamente 4 metros por minuto, pero únicamente en ese período de tiempo, de 9 a 9'15 horas y de 15 a 15'15 horas. El motivo puede encontrarse en que en el momento en que empiezan a funcionar dichas fases aumenta el consumo de energía en la red, que al no estar compensada hace que pierda intensidad en la fase 1.

Como era de esperar, la velocidad del pedido anterior afecta de manera importante al considerado de forma proporcional. Cuanto mayor sea la velocidad del pedido anterior mayor tendencia habrá a utilizar velocidades mayores. La explicación es que se trata de procesos encadenados en los que no existe interrupción por tiempos de preparación de pedidos, sino que la máquina sigue en marcha a la misma velocidad hasta que cambia por completo el material.

Ahora bien, en la representación de los puntos de medición se observa un comportamiento no lineal (figura 44).

Figura 44
Funciones de producción desarrolladas y microentorno
en una extrusora
(velocidades en metros por minuto en función de g y a)



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, el siguiente paso ha consistido en aplicar formas no lineales y el resultado obtenido considerando la velocidad en metros por minuto como variable endógena es el siguiente:

$$Velocidad_t = 3994,46 \cdot g_t^{-0,7514} \cdot a_t^{-0,5490} \cdot t_t^{0,2575}$$

(34,471) (-46,536) (-24,861) (4,305)

Con los siguientes estadísticos:

Tabla 18
Estadísticos del ajuste exponencial

Error est	Dw	R ²	R ² ajus	F	n
0,05046	1,91888	0,93269	0,93159	849,88762	188

Fuente: elaboración propia.

Observamos que el modelo presenta unos mejores estadísticos que el lineal (la capacidad de explicación del modelo es del 93 por 100 frente al 79,8 por 100) y la elasticidad velocidad-galga es negativa y su valor es de 0,7514; es decir, si se aumenta a galga en un 1 por 100 la velocidad cae algo menos del 1 por 100. En el caso de la elasticidad velocidad-ancho, un aumento del ancho de la bolsa en un 1 por 100 supone una caída en la velocidad de la máquina en aproximadamente el 0,5490 por 100. Llama la atención la tercera variable que aparece como representativa, la temperatura, tiene un comportamiento directamente proporcional con respecto a la velocidad, a más temperatura ambiente, mayor velocidad (siempre considerando el rango de temperaturas utilizado en el ajuste). De tal forma que un aumento de un 1 por 100 en la temperatura supone un aumento de la velocidad en un 0,2575 por 100.

Además, si sumamos los exponentes de las tres variables, obtenemos:

$$-0,7514-0,549+0,257583 = -1,042899$$

lo que significa la existencia un rendimiento negativo constante a escala si se consideran las tres variables, es decir, que una variación en un 1 por 100 de todas las circunstancias de producción implica la misma variación aproximadamente, pero en sentido contrario³⁰⁰.

Ahora bien, como en la especificación de la función aparece la temperatura y no es controlable *a priori*³⁰¹ en la situación estudiada, vamos a trabajar con una temperatura

³⁰⁰ Se observa un comportamiento característico de las funciones de producción Cobb-Douglas, si bien la suma de los exponentes presenta el signo negativo.

³⁰¹ Aunque cabría la posibilidad de instalar un sistema de climatización de las instalaciones, el hecho de que en el momento actual no exista justifica nuestra decisión. Por otro lado queda demostrado que existen diferencias evidentes entre trabajar en verano o en invierno independientemente del comportamiento del personal.

media de 20 grados centígrados (que se encuentra en el intervalo analizado) con lo que la función nos quedaría de la siguiente forma:

$$Velocidad_t = 8447,253 \cdot g_t^{-0,7514} \cdot a_t^{-0,5490}$$

Una vez determinada la velocidad en metros por minuto se transforma en kilogramos/hora a partir de las densidades, por lo que se puede calcular el tiempo necesario para procesar un lote cualquiera medido en kilogramos. Para finalizar únicamente es preciso completar los tiempos de proceso con los relativos a los paros de preparación de la máquina, mantenimiento y limpieza.

Repitiendo este proceso para todas las máquinas en cada fase se obtiene el tiempo real de producción, el cual debe ser complementado con los tiempos de cambio de pedido que se mantienen constantes dentro de un rango, y los tiempos de cambio de lote que también han sido medidos y recogidos en una tabla de doble entrada según el cambio de color para cada materia. A partir de este momento se procede a la programación de la producción para toda la fábrica. Todo ello permite configurar un sistema de información de la producción, el cual en las condiciones actuales que generalmente rigen la actuación de las empresas es un componente esencial del sistema de información para la gestión empresarial.

Dicho subsistema de información responde principalmente a una tarea básica de la gestión empresarial, como es la selección y combinación adecuada de los recursos aplicados en la unidad económica para atender las demandas de la clientela (toma de decisiones gerenciales que buscan la eficiencia técnico-económica).

4.3.5 Resultados

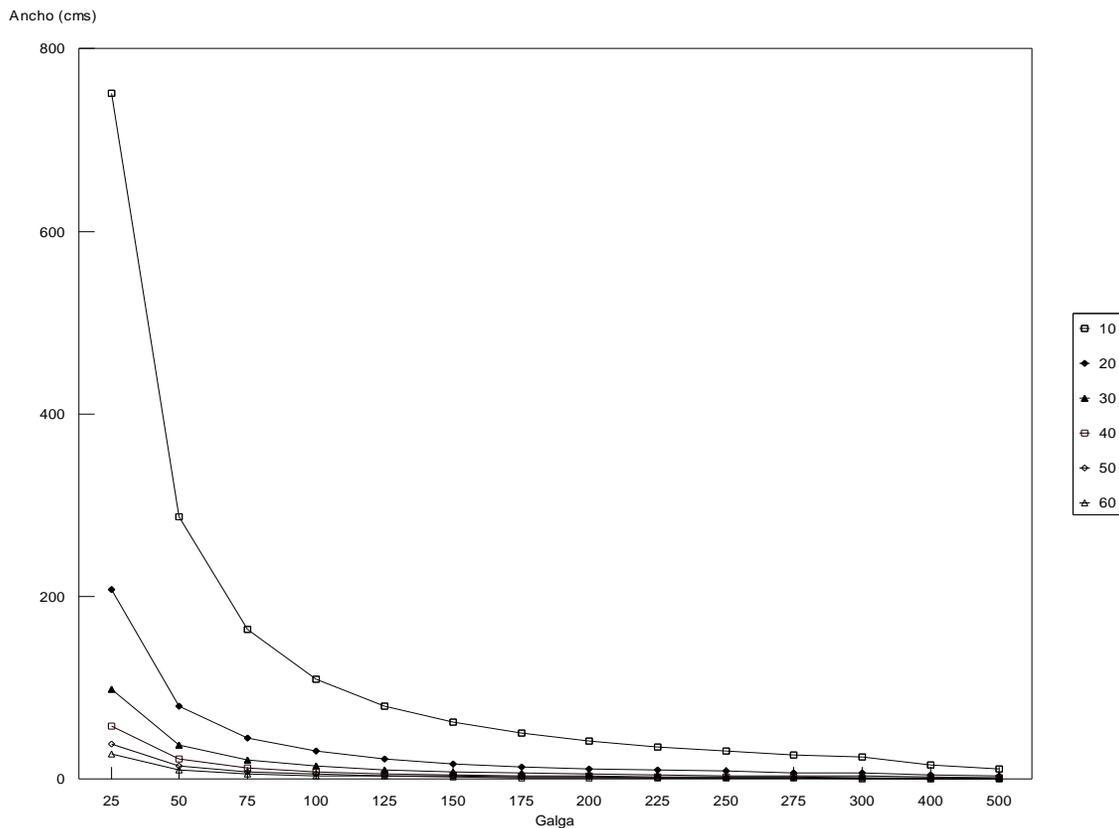
Los resultados obtenidos, enmarcados en el conjunto de la empresa, son de dos tipos:

1º) Técnicos:

La posibilidad de disponer de gráficos o tablas con la velocidad estimada que permita optimizar la velocidad en función de la calidad establecida en los procesos y que estaba implícita en las mediciones utilizadas en el establecimiento del modelo.

Un ejemplo de las velocidades estimadas en la función estimada con temperatura constante se presenta en la figura 45.

Figura 45
Funciones de producción desarrolladas monoproducto
(velocidades en metros por minuto)



Fuente: elaboración propia.

2º) Económicos:

Con relación a la información económica es posible la aplicación de un modelo de costes completos estándar utilizando como base de reparto principal el tiempo de funcionamiento, si bien debido a la imposibilidad de disponer de información, el control de los tiempos se realizaría mediante agregaciones comprobando el número de trabajos finalizados en un determinado periodo, perdiendo exactitud al no considerar las desviaciones en los pedidos uno a uno.

En el acto de defensa de la Tesis Doctoral se pondrá a disposición de los miembros del Tribunal un anexo global que recoge en detalle todos los procesos realizados en Plásticos Gamaza, S.A., y los resultados obtenidos de la aplicación del modelo, como justificación plena de la investigación realizada y las conclusiones obtenidas.

Por razones de confidencialidad, al ser manejados datos reales de la actividad productiva, la dirección de la empresa no nos ha permitido incorporar toda esta información directamente en la Tesis.

4.4 TEXTIL SANTANDERINA, S.A.

4.4.1 La empresa, su entorno y su actividad

Textil Santanderina, S.A. es la empresa matriz de un grupo dedicado a la fabricación de hilados, tejidos y acabados³⁰², que se encuentra ubicada en Cabezón de la Sal (Cantabria).

Con una cifra de ventas para el año 1997 de 14.400 millones de pesetas (86,54 millones de euros) y con 385 empleados, encabeza uno de los grupos más importantes del sector textil español, con presencia en los mercados internacionales, por lo que se identifica con una empresa que actúa en lo que hemos denominado mercado global, por contraposición a la anterior que actuaba en el mercado cercano.

Su cartera de productos, entre los que destacan la tela laboral, la tela vaquera, y la tela para uniformes militares³⁰³, presenta una evolución hacia los productos textiles de moda, siendo estos últimos los que dificultan el proceso productivo debido a la heterogeneidad que supone su planificación.

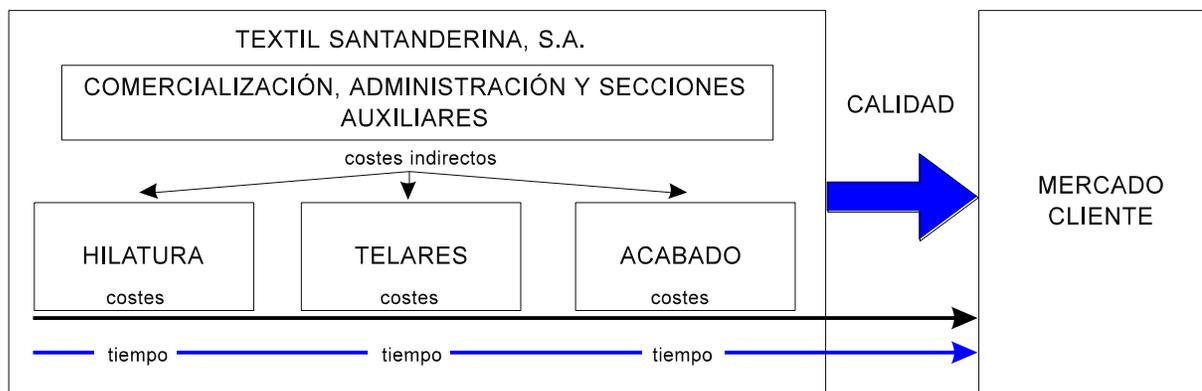
Sus esfuerzos en pro de la innovación constante en nuevos productos y del mantenimiento de altos niveles de calidad, está en posesión del certificado de calidad ISO 9001, le permiten detentar una posición de liderazgo y de referencia en su sector.

³⁰² La actividad del sector de transformación textil ha sido tradicionalmente objeto de estudio en nuestra disciplina, véanse por ejemplo los trabajos de Eisseman y Young o Garner.

³⁰³ Dispone de la certificación del Ministerio de Defensa para su fabricación.

Como observamos en la figura 46, la fábrica de Textil Santanderina, S.A., dispone de tres secciones principales bien diferenciadas; Hilatura, Telares y Acabado³⁰⁴, al frente de las cuales encontramos a un responsable³⁰⁵. Nuestro objetivo se centra en este momento en la aplicación del modelo de estimación de tiempos de producción y estimación de costes y control a la sección de Hilatura, primera fase del proceso productivo.

Figura 46
Proceso productivo de Textil Santanderina, S.A.



Fuente: elaboración propia.

La producción de hilados es de dos tipos: una hilandería cardada de hilados gruesos y medianos, que se denomina hilatura convencional, y una hilandería a rotores, que se denomina hilatura *open-end* también para hilos gruesos y medianos. Existe un tercer tipo que la empresa no fabrica: la hilandería peinada para hilados medianos, finos e incluso muy finos.

La hilandería cardada de hilados gruesos y medianos se organiza en dos líneas de producción. Una de ellas está dedicada a algodón, y la otra a mezclas de fibras naturales como el lino, o artificiales, como el poliéster o el tencel. La hilandería a rotores, que constituye la tercera línea de producción, trabaja otro tipo de algodón.

³⁰⁴ Que supone un raro ejemplo de integración vertical de todo el proceso en la misma planta productiva, desde la materia prima hasta el tejido terminado.

³⁰⁵ Denominados Mayordomo de Hilatura, Mayordomo de Telares y Mayordomo de Acabado.

4.4.1.1 Descripción del proceso productivo

Por lo que se refiere a la hilatura convencional, tenemos una línea de producción en serie de hilo de algodón, denominado Algodón Uno, y una línea de producción por lotes de mezclas. La hilatura *open-end* es una línea de producción también en serie de hilo de algodón denominado Algodón Dos.

El proceso productivo se divide en tres fases principales para la hilatura convencional, incluidas las mezclas:

A. Apertura / limpieza.

1. Batanes.

B. Preparación de hilatura.

2. Carda.

3. Manuar.

4. Mechera.

C. Hilandería.

5. Continuas.

6. Bobinadoras.

En el caso de la hilatura *open-end*, para las mismas fases tenemos:

A. Apertura / limpieza.

1. Batanes.

B. Preparación de hilatura.

2. Carda.

3. Manuar.

C. Hilandería.

5. Continuas.

El proceso productivo podría describirse como un flujo continuo de materia a lo largo de las sucesivas fases; en nuestro caso no teníamos evidencia suficiente para diferenciar a simple vista en la última fase por lo que a efectos del cálculo del coste, salvo para las mezclas, es difícil identificar el lote si no se acompaña de la documentación de producción. Desde la perspectiva operativa en cuanto a los usuarios de la información suministrada por el modelo, el mayordomo de hilatura, como responsable de la sección, es el encargado de organizar, ordenar y supervisar los

trabajos, así como de garantizar la calidad del hilo dentro de unos parámetros establecidos. Por otro lado, las decisiones sobre la cartera de productos corresponden a la gerencia y dirección de fábrica.

La tipología del proceso productivo es diferente dependiendo de la línea de producción y de la fase, tal como nos muestra la tabla 19.

Tabla 19
Tipología del proceso productivo

Fase	Algodón Uno	Mezclas	Algodón Dos
1. Batanes	Serie	Lotes	Serie
2. Carda	Serie	Lotes	Serie
3. Manuar	Serie	Lotes	Serie
4. Mechera	Serie	Lotes	
5. Continuas	Serie / Lotes	Lotes	Serie / Lotes
6. Bobinadoras.	Serie / Lotes	Lotes	

Fuente: elaboración propia (sombreados los procesos con heterogeneidad).

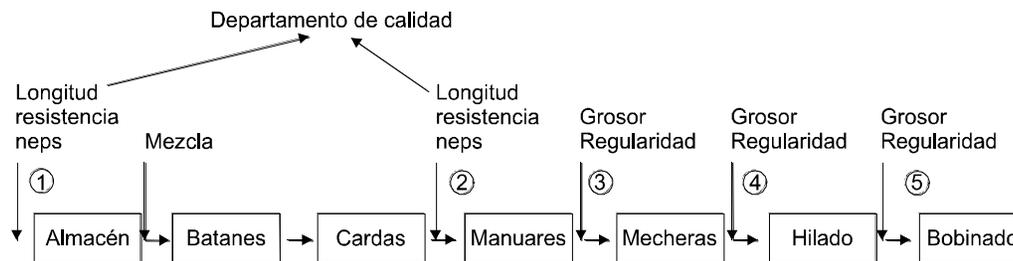
En el caso del algodón la producción es continua hasta finalizar el proceso, incluso algunas máquinas de hilado mantienen el tipo de producto a lo largo del tiempo, pero se asignan algunas máquinas a partidas más pequeñas.

Debido a la orientación de la empresa hacia el cumplimiento de las especificaciones de los clientes y eliminar problemas en las fases siguientes, los parámetros de calidad son muy importantes tanto para el hilo vendido al exterior como para el utilizado en la siguiente fase (Urdidor - Telares), tanto en lo que se refiere a resistencia como a la capacidad para ser tintado con homogeneidad (uniformidad en el color), y la flexibilidad, etc. Estas características una vez definidas y alcanzadas se controlan mediante análisis del hilo en el laboratorio por máquina según un calendario definido de antemano. Los análisis se realizan en todas las fases sobre el diámetro de la fibra y su regularidad, además de su longitud, su resistencia y los neps³⁰⁶ en las primeras fases. A partir de ese momento se intenta mantener la homogeneidad en la materia prima para lo cual, debido a que el algodón es una fibra natural y que por lo tanto presenta diferencias considerables en sus características, se mezclan los diferentes lotes de acuerdo con los análisis realizados a su recepción en el almacén de materias primas

³⁰⁶ Pequeñas bolas compuestas de fibras muertas e inmaduras que si no se eliminan en cardas producen fallos en la calidad del producto final.

(véase la figura 47). Asimismo según se agotan los envíos de los proveedores, se reemplazan mediante reposiciones parciales para que las diferencias en los análisis sean mínimas.

Figura 47
Control de calidad y control del proceso



Fuente: elaboración propia.

Básicamente, la captura de la información se realiza, en lo relativo a calidad por el laboratorio, y sobre el control de la producción, por un sistema automático de control denominado *Uster Sliver Data*³⁰⁷. Se trata de un sistema de control y prevención de anomalías de producción. Las máquinas, que en su mayoría son de control numérico, disponen de sensores propios para el control de las tareas y además el sistema de registro de datos los envía a un ordenador central, en el cual se dispone dicha información en cuatro tipos de archivos de ordenador, de los cuales son de nuestro interés sólo dos, los relativos a velocidades y paros. A partir de estos ficheros se elabora un informe por cada turno de trabajo en el que se muestra dicha información:

a) En lo relativo a tiempos de paros: a los efectos de nuestra investigación consideramos el tipo de paro, el tiempo de paro, y la hora a la que se produjo. Asimismo, elabora una serie de indicadores sobre rendimientos.

b) En lo relativo a velocidades: información sobre el material, el título (diámetro), duración del turno o período de funcionamiento ya sea parada o en marcha, y velocidad media del período en kilogramos/hora.

Pasamos a continuación a describir brevemente cada una de las fases.

³⁰⁷ El fabricante del sistema es Zellweger Uster.

4.4.1.2 Batanes (convencional y open-end)

Consiste en el proceso de preparación del material que se recibe en el almacén de materias primas; en el caso del algodón en forma de balas, que se alinean en bloques de 40 balas de distinto proveedor por los motivos de homogeneidad ya comentados. La alineación se realiza a la entrada del Blendomat, equipo destinado a recoger el algodón mediante unos peines en desplazamientos constantes a lo largo de la fila de balas.

En esta fase, tal como recogimos en la tabla 19, la producción es completamente en serie en lo que al algodón se refiere, mientras que las mezclas se trabajan por lotes.

La composición del algodón se analiza en el laboratorio. Por lo demás, no existe control de peso para el algodón por unidad de tiempo. Es más, las necesidades de material vienen marcadas por las propias cardas que de manera automática piden el material a batanes, es decir, la velocidad depende de la sección de cardas y debido a que el transporte es automático el sistema se pone en marcha y se detienen en función de las necesidades de carda a partir de un sistema de células fotoeléctricas y sensores (en la batidora inclinada, por ejemplo), para lo que dispone de los silos de almacenamiento temporal. El material se pesa manualmente (mezclas) o automáticamente (algodón) pero no hay captura en el caso automático de información, sino que se realiza internamente por las máquinas para el control del sistema.

4.4.1.3 Cardas (convencional y open-end)

En esta fase se realiza una nueva limpieza del material y se le da forma a partir del velo³⁰⁸ en cintas con mantenimiento del título (diámetro). Para ello se hace pasar el material por la superficie de un tambor que es peinado por chapones que se mueven en sentido contrario. Se dispone de dos clases de máquinas, las que trabajan siempre con el mismo tipo de materiales y las que utilizan mezclas; las primeras trabajan en serie, las segundas en lotes.

Es un proceso en fase única en una sola máquina (o bien en un grupo de máquinas de las mismas características). El material (algodón y las fibras artificiales) entran por un

³⁰⁸ El velo lo forman las fibras de algodón o mezclas al recubrir el tambor en el proceso de peinado.

sistema de alimentación en la máquina y se procede al cardado que consiste en orientar las fibras en el sentido oportuno, a la vez que se hace una nueva limpieza. El resultado del estiramiento y las torsiones es una cinta que se deposita mediante un accesorio apilador en botes. A estos botes se les coloca una cinta de color dependiendo del material que contienen y se trasladan a la fase de manuales.

El diámetro de la cinta se mide con un *número de cinta* (número catalán)³⁰⁹; y el sistema Uster nos informa sobre todos los tiempos ya referidos así como de las velocidades. También está disponible un sistema analógico de registro de temperatura y humedad en papel milimetrado continuo sin informatizar, cuya finalidad es la de permitir revisar las circunstancias de producción en caso de detectarse alguna anomalía en los procesos o en el producto, incluso en las fases de telares y acabado.

Puesto que se hace el control de calidad-homogeneidad, existen mediciones de laboratorio. Los esfuerzos de control van dirigidos hacia las cardas que trabajan con mezclas o que puedan variar el tipo de material. Para el resto únicamente hay que comprobar que la velocidad de proceso es homogénea.

4.4.1.4 Manuales (convencional y open-end)

Una vez dispuesto el material en forma de cinta de diámetro o título regular se precede a la alineación de las fibras, proceso en el que se obtiene una única cinta a partir de la unión de otras seis u ocho manteniendo el mismo título con lo que se consigue una cinta más homogénea y regular. Además se sigue eliminando polvo en el proceso. Por lo tanto, el resultado de los manuales se recoge también en botes que se utilizan para transportar el producto semiterminado a las siguiente fase.

Dependiendo del material se debe repetir el proceso para lograr la alineación completa de las fibras. Para diferenciar el primero del segundo paso se suele colocar una cinta de un determinado color.

Al igual que en la fase de cardado, el Uster recoge el mismo tipo de información. Asimismo se dispone de un registrador analógico de temperatura y humedad. Por otro

³⁰⁹ Una de las diferentes unidades de medida existentes.

lado también se comprueba constantemente la calidad para garantizar el comportamiento del producto en telares o acabado, y en caso de venta, garantizar el producto al cliente.

4.4.1.5 Mecheras (convencional)

Finalizada la limpieza y alineación de las fibras se procede a un “adelgazamiento” progresivo de la cinta, para lo cual se apilan los botes a la entrada de la máquina y simultáneamente se le aplica una primera torsión. Una vez estirada la cinta, se acumula en carretes que sirven para transportar el producto semiterminado y cargarlo en la hiladora. Al contrario que en cardas y manuales, en la fase de mecheras la velocidad de proceso hay que multiplicarla por el número de cintas con las que trabaja.

Simultáneamente al proceso de estirado de la mecha, la máquina realiza unas torsiones que le conceden resistencia a la cinta. Como ya señalamos en *open-end* no existe esta fase.

Como en el resto de las fases, existe información relativa a paros y velocidades recogida por el Uster.

4.4.1.6 Continuas (convencional y open-end)

En las continuas o hiladoras se completa el proceso, por lo menos en lo que a transformación física se refiere. Consiste en el caso de hilatura convencional, en aplicar un nuevo estiraje mediante un sistema de tres rodillos sucesivos a la vez que se le aplican nuevas torsiones para aumentar su resistencia. Existen diferencias considerables en ambos tipos de hilatura, tanto en lo que al proceso se refiere como en el diseño y funcionamiento de las propias máquinas. En hilatura convencional se obtiene el hilo en unas canillas que mediante transporte automático se envían a la bobinadora, mientras que en hilatura *open-end* se procesa la mecha obtenida del manual directamente a la bobina de producto final. Al igual que en mecheras se procesan múltiples cintas a la vez.

Las continuas *open-end* no están conectadas al sistema de información por lo que los datos sobre tiempos y tipos de paros así como velocidades, deben ser recogidos de un informe que expide el sistema de control de la propia máquina. De cualquier manera, su

comportamiento y programación son bastante regulares por lo que no presentarán problemas a la hora de establecer los estándares.

Al igual que en cardas existe un registrador analógico de temperatura y humedad.

4.4.1.7 Bobinado (convencional)

Para completar el trabajo de la hiladora, ésta dispone de una máquina de bobinado que recoge el hilo mediante un sistema de transporte automático de las canillas servidas por la hiladora y las acumula en bobinas, que difieren en tamaño dependiendo de su destino, que puede ser el urdidor de la fase de telares, los propios telares o para la venta al exterior. Al depender de la hiladora su velocidad es mayor y dispone de una tecnología muy avanzada que permite su funcionamiento con una escasa intervención de los operarios.

Estas máquinas no están conectadas al Uster, sino que al final de cada turno elaboran un informe resumen con datos sobre velocidades, tiempos de paro, motivos de paro, etc. De cualquier modo su velocidad media equivale a la de la hiladora a la que está conectada.

4.4.2 Heterogeneidad causa-efecto y medios-fines

La heterogeneidad causa-efecto, relativa a los distintos microentornos, se refiere a las circunstancias recogidas en la tabla 20.

La heterogeneidad medios-fines viene definida por las diferentes posibilidades de fabricación de acuerdo con los posibles itinerarios productivos.

Tabla 20

Factores propuestos del microentorno que se consideran a priori que afectan a las relaciones causa-efecto (velocidad)

	<i>Material</i>				<i>Entorno</i>		<i>Turno</i>	<i>Producto</i>				<i>Variable exógenas</i>
	<i>Tipo</i>	<i>Longitud*</i>	<i>Residuos</i>	<i>NEPS</i>	<i>Temperat.</i>	<i>Humedad</i>	<i>1º, 2º ó 3º</i>	<i>Número</i>	<i>Torsio.</i>	<i>Estiraje</i>	<i>Resist.</i>	<i>Velocid.</i>
Batanes	Sí	?	?	?	?	?	Sí	No	No	No	No	?
<i>Cardas</i>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí***	No	No	No	Uster*
<i>Manuares</i>	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí***	No	No	No	Uster*
<i>Mecheras</i>	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí***	Sí	Sí	Sí	Uster procesado*
<i>Hilado-Bobinado</i>	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí***	Sí	Sí	Sí	Uster procesado*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15

Fuente: elaboración propia.

Están sombreados los datos con origen en el laboratorio.

* origen del dato.

** de la fibra

*** datos reales de laboratorio, no teóricos.

4.4.3 El Sistema de Apoyo a la Decisión (DSS)

Retomando las características definidas por Emery, afirmamos que nos encontramos ante un DSS, puesto que nuestro sistema:

- Puede ser utilizado tanto para la elaboración de informes como para la preparación de tablas con datos sobre producción y costes. En lo que a tablas de costes se refiere cabe la posibilidad de presentarlos sobre una base horaria (ptas/hora de producción) o su equivalencia con el peso (ptas/kg.), así como el nivel de detalle (por máquina o por sección).

- Funciona en un ordenador personal conectado en red, y utiliza como soporte un sistema de gestión de bases de datos y una hoja de cálculo preparada a los efectos. Obtiene los datos del sistema de control de la producción y transforma los datos al efecto de poder procesarlos con software que funcione en un ordenador personal. Por otro lado todos los datos generados en las diferentes etapas de elaboración son accesibles de manera inmediata para realizar búsquedas y filtros.

- Ha sido creado por un equipo mixto de la Universidad de Cantabria y Textil de Santanderina, S.A., y en concreto por la persona que mantiene el sistema en funcionamiento en la actualidad y es responsable de la calidad de la información generada.

- Las bases de datos generadas se integran en el sistema de información al más alto nivel, es decir, en particular una de las tablas contiene datos que son utilizados directamente por la gerencia. La dirección general ha incluido en uno de sus programas informáticos una conexión a las tablas de costes y se mantiene al corriente de las actualizaciones.

- Los beneficios del sistema son claros a efectos de decisiones sobre selección de productos, organización de la producción, políticas de mantenimiento preventivo, margen de contribución, etc.

Además, si bien no se utiliza para gestionar directamente la calidad³¹⁰ de los procesos, sí interviene en la gestión de tiempos y costes, y evalúa económicamente la falta de calidad.

4.4.4 El sistema de control de la producción

El sistema de información Uster proporciona información sobre tiempos de paro y velocidades en un informe al final de cada turno. Hemos podido elaborar el modelo al disponer de la información directamente en origen sin esperar a la elaboración del informe, ya que el propio sistema modifica ciertos datos en su elaboración.

Nuestro modelo utiliza la mencionada información para calcular en base a medias ponderadas por el tiempo de funcionamiento asignado a cada lote la velocidad y los valores de los rendimientos R1, R2 y R3 tal y como se definieron en su momento³¹¹, en su caso, los datos que se recogen para cada combinación de máquina, materia, título y día de la semana, en una tabla de salida, con una unidad temporal de referencia que es el día de producción (de 6 a.m. a 5.59 a.m.), como se muestra en la tabla 21.

³¹⁰ Sí serviría para orientar decisiones sobre costes de no calidad.

³¹¹ En el anexo III se recogen las distintas tablas que explican el proceso de agrupamiento y en el anexo IV se presenta un ejemplo simulado de como se realiza el cálculo.

Tabla 21
Contenido de la tabla de salida

Nombre del campo	Contenido
RE	Columna de referencia (no utilizada).
MAQ	Nº de máquina.
MATERI	Materia.
TITULO	Título.
CUEN	Número de turnos, o periodos inferiores por cambios en los que aparece la materia y la mezcla en esta máquina durante el periodo analizado.
TIEMPO	Tiempo real total (TR).
PROMEDIODE	Velocidad media ponderada por el tiempo real (TR) del período para la materia y mezcla especificada.
DESVESTDEV	Desviación estándar de la velocidad.
R1	Valor medio ponderado por el tiempo neto disponible (TND) total del coeficiente R1.
DSR1	Desviación estándar del coeficiente R1.
R2	Valor medio ponderado por el tiempo neto disponible (TT) total del coeficiente R2.
DSR2	Desviación estándar del coeficiente R2.
R3	Valor medio ponderado por el tiempo neto disponible (TT) total del coeficiente R3.
DSR3	Desviación estándar del coeficiente R3.
VELMIN	Velocidad mínima observada en el periodo.
VELMAX	Velocidad máxima observada en el periodo.
DIASEMAN	Día de la semana. (Lunes-viernes = 5; sábado=6; domingo=7).
PROB	Probabilidad observada (no utilizada).
FMAX	Fecha final del período observado.
FMIN	Fecha inicial del período observado.
VELERR	Error observado en la velocidad con respecto al estándar, en porcentaje.
RIERR	Error observado en el rendimiento R1 con respecto al estándar, en porcentaje.

Fuente: elaboración propia.

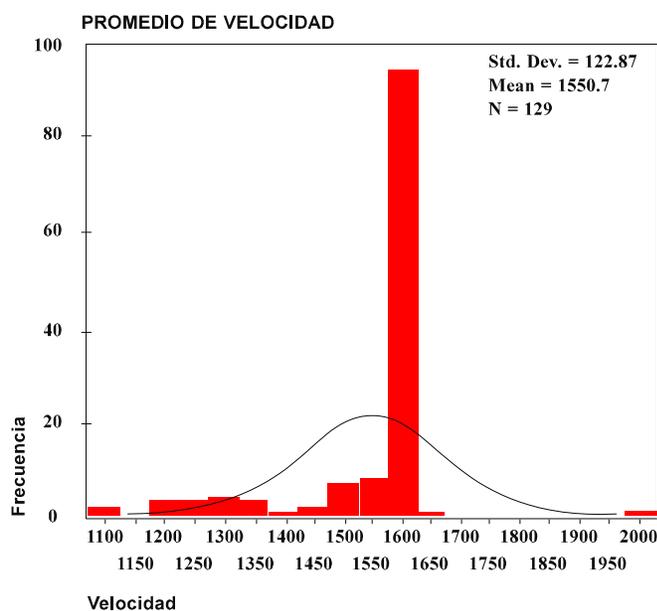
En esta tabla se recogen además las desviaciones sobre la velocidad comparadas con el estándar así como las desviaciones sobre el rendimiento R1.

4.4.5 Elaboración de los estándares

Para la elaboración de los estándares, en este caso un estándar de actividad normal, se han estudiado una a una las funciones de densidad de cada una de las combinaciones máquina, materia, título, día de la semana. Se observaron los comportamientos de velocidades y se agruparon los paros según su naturaleza en paros INE y EP (véase el

anexo I) para el cálculo de R1 y, cuando fue necesario, se depuraron las series recalculando de nuevo las medias³¹² (véase el anexo II) a partir de las funciones de distribución (figura 48). Por lo que se refiere a R2 y R3, en el caso de R2 se ha sustituido en el modelo por un estándar de tiempos de tipo IP descontado el cambio de materia. Para definir R3 hemos seguido las indicaciones del responsable de la sección (por lo tanto se trata de un estándar óptimo)³¹³.

Figura 48
Ejemplo de distribución de promedios de velocidades³¹⁴



Fuente: elaboración propia (eliminadas las unidades).

Como se observa, las velocidades aparecen muy agrupadas alrededor de 1500 a 1600, pero la función de distribución Normal nos informa de cierta desviación en la media poblacional con respecto a la moda motivada por la existencia de velocidades inferiores. Con la finalidad de evitar esta desviación hemos calculado de nuevo la media eliminando dichas observaciones, seleccionando en este caso el intervalo de 1496,7 a

³¹² Es necesario resaltar la importante labor del responsable de la sección puesto que comprobó una a una las velocidades y los rendimientos promedio.

³¹³ Como ya hemos comentado, con la perspectiva de llegar a programar la producción para la sección, el tiempo de producción no equivale al tiempo de entrega debido a cuestiones de saturación de máquinas, puestas en marcha (set-up), aparición de cuellos de botella, etc. por lo que la programación de un pedido exigirá de otro tipo de herramientas como puede ser software basado en la Teoría de colas y funciones de distribución probabilística.

³¹⁴ Los valores se muestran en el anexo II.

1636,67. Por lo tanto, se calcula de nuevo la media con una muestra de 109 observaciones, y la consideraremos como el estándar tanto para el cálculo de costes como para el control permanente de este proceso en concreto (recogido en el archivo *estand.dbf*).

4.4.6 El modelo de estimación de tiempos de producción y control de costes

El objetivo es realizar una estimación de tiempos y de costes por producto dependiendo de sus características, del tamaño del lote y, lo más importante, del itinerario de producción elegido por el responsable de hilatura. Esto es debido a que, incluso con máquinas similares, pueden darse diferencias en cuanto a velocidades y rendimientos, que a su vez se traducen en diferencias en el tiempo y, por lo tanto se obtendrán diferencias en el coste, dependiendo de la combinación de máquinas que selecciona el Mayordomo de Hilatura. Está soportado por una hoja de cálculo, que es capaz de reproducir todas las circunstancias importantes a las que se someten las máquinas en producción, y está organizada en tres apartados:

a) Entrada de datos (formulario) y salida de resultados (tabla de costes): es la página utilizada por el responsable de la sección; en ella establece los itinerarios de producción, combinando las máquinas según las necesidades y los rendimientos, informando también de las características del producto y de procesos especiales a tener en cuenta. De manera automática, la selección de una máquina pone en marcha el modelo y realiza los cálculos necesarios para estimar el tiempo necesario para procesar el lote, identificando la línea de producción y validando las combinaciones posibles.

b) Tablas de producción: una vez seleccionada la máquina, en esta hoja están representados todos los itinerarios posibles de fabricación tanto para las velocidades estándares de proceso como para los rendimientos estándares R1. Se agrupan las máquinas por fases, se suman las velocidades (ver tabla 22) y se calcula un rendimiento promedio. Como resultado se obtiene una tabla de salida en la que se recogen los siguientes datos:

Tabla 22
Formación de los tiempos de producción y de paro

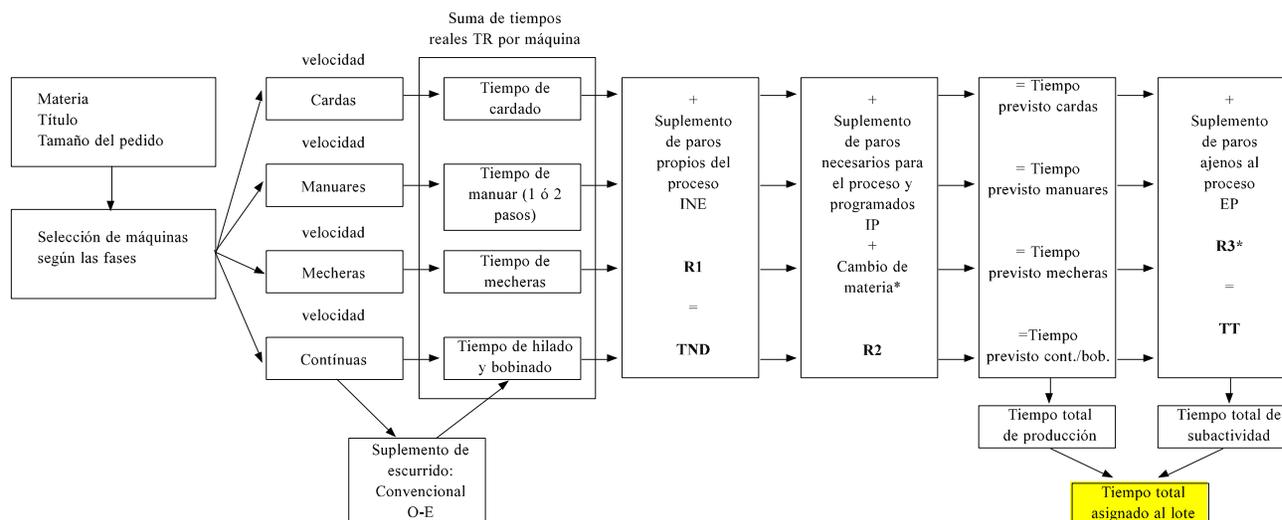
Estimación de Tiempos y rend.	Velocidad Kg/hora	Tiempo Real TR (horas)	R1	TND (horas)	IP* (horas)	Producción (kg)	Cambio Mat.(horas)	TND+I P (horas)	R3	EP (horas)	TT (horas)
Cardas											
Manuales 1°											
Manuales 2°											
Mecheras											
Contínuas_PK											
Contínuas_OE											

* Sin cambio de materia.

Fuente: elaboración propia

Como ya se ha explicado anteriormente, al dividir los kilogramos del lote por la suma de las velocidades promedio estándar de la máquina o máquinas seleccionadas se obtiene el tiempo que realmente deben estar en marcha para procesar el lote³¹⁵ (lo hemos denominado TR). Para calcular el tiempo neto disponible (TND) habría que dividir por el rendimiento R1. A este tiempo se le suma un promedio de tiempos propios del proceso y programables salvo el cambio de materia (cm). Una vez considerado el cambio de materia obtenemos el tiempo previsto para el lote en horas, que será el criterio para imputación de los costes indirectos. Para completar el estudio el responsable de la sección establece un estándar objetivo para el coeficiente R3 con el que se calculará el tiempo de inactividad a partir del cual se considera el coste de subactividad y por lo tanto la suma será el tiempo total (TT) (véase figura 49).

Figura 49
Determinación del tiempo total asignado al lote



* Definido por el responsable de Hilatura.

Fuente: elaboración propia.

c) Tablas de costes:

El modelo hace la selección de las máquinas, imputando los costes indirectos como suplemento de coste horario mediante matrices. Esta hoja dispone de una

³¹⁵ Hay que considerar en la fase de carda un porcentaje por las mermas de los residuos debido a los procesos de limpieza.

organización por factores de costes : mano de obra, instalación eléctrica, inmovilizado, suministros y gastos generales, energía, materiales y prima de producción.

Se presentan como resultado en una tabla de formación del coste con el detalle de cada una de las fases de producción de la sección, así como por su variabilidad en fijos y variables.

4.4.7 Algunas consideraciones sobre el modelo de costes

A partir de la descripción general ya realizada, únicamente matizaremos aquellas notas características de la empresa estudiada. El diseño de un sistema de costes completos para la sección de Hilatura de Textil Santanderina, S.A., comienza con la descripción de los factores y centros de coste y sus características particulares se concretan en una ficha técnica reflejada en la tabla 23.

En dicho sistema tienen la consideración de costes fijos los costes de mano de obra, instalación eléctrica, inmovilizado, suministros y gastos generales, mientras que son costes variables el consumo de energía, materiales y la prima de producción pagada al personal, todo ello con una referencia mensual debido a que es la frecuencia mínima con la que se dispone de la información.

Tabla 23

Ficha técnica del modelo de costes

<i>Campo de aplicación</i>	Sección de Hilatura de TS
<i>Unidad objetivo de cálculo</i>	Pesetas por kilogramo de hilo y/o pesetas de hora de funcionamiento
<i>Período de cálculo</i>	Abril / Septiembre de 1998
<i>Grupos de coste</i>	Materia prima, amortización, mano de obra, repuestos y gastos varios, y energía
<i>Centros de coste (secciones)</i>	Fases de producción y almacenaje: Almacén de materias primas, Batanes, Cardas, Manuales, Mecheras y Continuas.
<i>Responsables de la definición de criterios</i>	Gerencia. Director de fabricación. Mayordomo de Hilatura. Responsables de personal, electricistas y administración (contabilidad).

Fuente: elaboración propia.

Los centros de coste principales son cada una de las fases de producción de la sección: almacén de materiales, batanes, cardas, manuales, mecheras y continuas en tanto que el laboratorio de Hilatura un centro de costes auxiliares, el personal de mantenimiento se ha considerado como personal de las secciones. Por otro lado, existe otra sección auxiliar, la planta de cogeneración. Ahora bien, pese a que el suministro de

energía se hace por la mencionada planta, hemos considerado como coste la adquisición de los kilovatios consumidos al proveedor de energía, para lo cual bajo la supervisión del jefe de electricistas hemos simulado una factura mensual de energía de acuerdo con los consumos y las tarifas actualizados.

Los costes indirectos se imputan a las secciones en función del número de horas de máquina disponibles en el período, es decir, consideramos que los costes son necesarios para mantener la sección en correcto funcionamiento. Posteriormente se utiliza el grupo de máquinas seleccionada para los procesos de transformación para imputar al producto el coste final.

Los datos relativos a los grupos de costes se han obtenido según se detalla en la tabla 24.

Tabla 24
Grupos de costes

Grupo	Tipo	Fuente
Materia prima	Costes Variables	Departamento de Compras
Amortización	Costes Fijos	El criterio de amortización está determinado por la gerencia
Mano de obra	Costes Fijos: Sueldos y salarios + Seguridad Social Costes Variables: Prima de producción + Horas extras	Contabilidad Financiera
Repuestos y gastos varios	Costes proporcionales	Departamento de Compras
Energía	Costes Fijos: Facturación de la potencia y amortización de los equipos eléctricos Costes Variables: Consumo de kws	Encargado de Electricidad

Fuente: elaboración propia basado en Carrasco, 1997.

En cuanto a los costes de subactividad, en consideración al modelo de imputación racional son evaluados por el sistema de control de la producción a los efectos de cálculo del resultado del ejercicio. Por otro lado, el establecimiento de los estándares económicos del modelo se realizó con series históricas de costes relativas al ejercicio 1998.

4.4.8 Resultados

Al igual que en el caso anterior el resultado tiene una naturaleza doble:

1) Técnica:

Es un sistema de planificación y control continuo, control que advierte al responsable de las variaciones sobre los estándares y si éste lo considera oportuno se procede a su actualización. En tanto que el submodelo técnico es válido, garantiza a su vez la actualidad del submodelo de presupuestación y estimación de costes.

2º) Económica:

Como resultado se obtienen las tablas con las estimaciones de costes calculadas para cada producto (materia, título) asumiendo la posición más prudente³¹⁶ en lo que al establecimiento de itinerarios se refiere eligiendo en caso de duda las máquinas más lentas. Por otro lado, la disponibilidad de series completas de costes por productos nos permite definir las funciones del comportamiento de los costes en función del tamaño del pedido y por lo tanto la preparación de análisis marginalistas. De este modo la información económica es utilizada con la confianza necesaria aportada por el sistema de control de producción, así como el control de la evolución de los costes.

Al igual que en el caso Plásticos Gamaza, S.A., se pondrá a disposición de los miembros del Tribunal, en el acto de defensa de la Tesis Doctoral, un anexo global que recoge en detalle todos los procesos realizados en la Sección de Hilatura de Textil Santanderina, S.A., y los resultados obtenidos en la aplicación del modelo, como justificación plena de la investigación realizada y las conclusiones obtenidas.

Como ya indicamos, por razones de confidencialidad, al ser manejados datos reales de la actividad productiva, la dirección de la empresa no nos ha permitido incorporar toda esa información directamente en la Tesis.

³¹⁶ Al igual que en casos anteriores el responsable de la sección revisó los valores obtenidos dando su conformidad con los mismos.

CONCLUSIONES

Pasamos a continuación a exponer las principales conclusiones que se desprenden del trabajo realizado. Al efecto, y después de una conclusión general acerca de nuestra percepción y constatación sobre el estado de la cuestión de la Contabilidad de Costes y de Gestión, agrupamos el resto de las conclusiones en tres grupos: conclusiones sobre el diseño y la validación del modelo, conclusiones sobre la utilidad del sistema de información contable y una conclusión sobre la relación del sistema información contable útil y la organización como colectivo de personas.

1. CONCLUSIÓN GENERAL

Respecto a la consideración del estado de crisis de la Contabilidad de Costes y de Gestión, queda demostrado que no es tal en cuanto al grado de validez del conjunto de metodologías existentes en la actualidad en nuestra disciplina para atender las necesidades de los decisores, puesto que dichas metodologías son suficientes para propiciar los modelos de gestión adecuados, eficaces y eficientes.

Sin embargo, sí debemos reconocer que la falta del conocimiento necesario sobre los mecanismos de medición modernos disponibles actualmente, así como de las técnicas de gestión de la información han supuesto un mayor impedimento en la adaptación de estas metodologías a las necesidades reales de la empresa, en concreto no ha dado respuesta a la demanda de mayores niveles de desagregación de la información.

Por lo tanto el estado de crisis viene motivado más por una incapacidad en sentido técnico que metodológico, y por ello no es tanto un problema de diseñar un modelo en concreto como de dotarlo de los elementos necesarios de acuerdo con las características observadas desde la Teoría de Contingencias.

2. CONCLUSIONES SOBRE EL DISEÑO Y LA VALIDACIÓN DEL MODELO

Primera:

La necesidad de vincular el modelo a la realidad, con el mayor detalle posible, nos ha exigido la consideración del lugar de actividad generador de valor (máquina, operario

o ambos) como unidad de gestión técnica y económica, utilizando el tiempo como factor de homogeneización ante la diversidad a la que se ven sometidas las empresas en pos de la competencia.

Segunda:

La validación de las hipótesis en su conjunto, y por lo tanto de la investigación, reside obviamente en el hecho de que el modelo se aplique. Si esto es así, es "porque la técnica está produciendo beneficios que exceden a los costes" (Zimmerman, 1979, en Scapens, 1984).

Ahora bien, y como consecuencia de presentar una discriminación entre dos tipos de diversidad, el modelo admite dos niveles de implantación. Uno, el estudio de las funciones de producción desarrolladas por lugar de actividad y sus implicaciones en los costes; y otro, más elaborado, supone su ampliación a la gestión completa de la función de producción.

En el momento actual de nuestra investigación, hemos demostrado la validación del modelo en las dos empresas en las que se aplicó, contemplando los dos niveles de implantación considerados. Así en Plásticos Gamaza, S.A. no se ha implantado la gestión completa del mismo una vez finalizado el estudio de las funciones de producción, mientras que en Textil Santanderina, S.A. sí lo han hecho y en la actualidad se está ampliando su implantación a la segunda sección (Tejeduría) con el objetivo de finalizarlo durante el tercer trimestre del año 2000 y continuar tanto con las secciones operativas como no operativas.

En consecuencia, el modelo es válido independientemente del nivel de desarrollo.

3. CONCLUSIONES SOBRE LA UTILIDAD DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN CONTABLE

Primera:

El sistema de información contable debe recoger y poner a disposición de los distintos usuarios (niveles de la organización) la información que verdaderamente precisen. Son los propios decisores los que hacen útil la información y, por lo tanto, sin su colaboración, tanto al definir como al utilizar posteriormente el sistema de información contable, dejaría de tener razón de ser y únicamente sería un sistema con información contable disponible, en vez de un sistema de información contable útil.

El sistema de información contable no debe crear conflictos innecesarios entre los miembros de la organización, sino que debe apoyarles en sus decisiones y convertirse en un instrumento capaz de incrementar el conocimiento general de la empresa como fuente de ventaja competitiva, que permita la definición de objetivos hacia una mejora continua tal y como se viene haciendo en los últimos tiempos.

Sin embargo, el exceso de información puede implicar, además de un aumento considerable en los costes de la decisión, un mayor grado de complejidad en la labor del decisor, motivos por los cuales el sistema de información contable debe permitir el acceso a la información adecuada en cantidad y calidad (tipo y grado de agregación). No se debe perder de vista el fenómeno de la sobrecarga de información y sus efectos en la calidad de las decisiones (Muiño, 1999).

Por lo tanto, queda validada la primera hipótesis.

Segunda:

Para que la información sea útil, el sistema de información debe recoger tanto la información de carácter económico como de carácter técnico. Esto es así por un doble motivo:

1) El primero, y básico, que cualquier decisión en la empresa tiene una doble vertiente: la técnica y la económica, y

2) El segundo, de orden operativo, que únicamente es posible generar la información económica carente de soporte técnico o, lo que es lo mismo, carente de enlaces con las cuestiones técnicas, mediante la agregación y el tratamiento de la heterogeneidad como uniformidad en los periodos analizados. Esta situación, como se ha demostrado en nuestra investigación mediante el análisis de la diversidad causa-efecto, conduce a errores en casos como la producción heterogénea.

Por tanto, esta relación dual: técnica-económica, permite la definición de unas funciones de producción desarrolladas para cada lugar de actividad, que deberían corresponder una vez considerada la agregación de los lugares de actividad (la explotación), con las funciones definidas por la Teoría Microeconómica. Además, también son definibles las funciones de costes dependientes de las primeras, si bien los decisores pueden preferir la utilización de los valores en forma de tabla en vez de la representación lineal.

En este caso, son las subhipótesis quinta y sexta, de la segunda hipótesis las que se validan.

Tercera:

El grado de desarrollo del modelo diseñado, su aplicación al estudio de las relaciones causa-efecto o la ampliación a las relaciones fines-medios, depende de la información disponible, tanto en su faceta cuantitativa como cualitativa, y por lo tanto, su validez entendida como su capacidad de recoger la realidad depende de esa información.

Como ya indicamos, en el caso de Plásticos Gamaza, S.A. no se amplió el modelo por la imposibilidad de disponer de información suficiente, quedando bien patente la importancia que tiene un buen sistema de información contable.

Por lo tanto, queda validada la segunda hipótesis en sus subhipótesis primera y segunda.

Cuarta:

Tal y como se viene planteando en el ámbito de la Contabilidad de Costes y de Gestión, es imposible la modelización "perfecta" de un sistema de producción, entendida como el nivel máximo de desagregación para cualquier decisor de la organización. El nivel de agregación de la información o la sustitución de valores reales por valores estimados según el criterio del decisor depende de este último y de su situación en la organización.

La sencillez del modelo depende del nivel de agregación sin que hayan existido problemas técnicos de gestión de la información en ninguno de los dos casos en los que se aplicó el modelo.

Esta conclusión viene a validar el apartado tercero de la segunda hipótesis.

Quinta:

El tiempo es un criterio válido de homogeneización de las actividades de la empresa y, por lo tanto, utilizable como unidad de imputación de los costes indirectos de acuerdo con un modelo de imputación racional de costes.

Al igual que en los casos anteriores, queda demostrada la segunda hipótesis, en su subhipótesis cuarta.

4. CONCLUSIÓN SOBRE LA RELACIÓN DEL SISTEMA INFORMACIÓN CONTABLE ÚTIL Y LA ORGANIZACIÓN COMO COLECTIVO DE PERSONAS

Conclusión única y final:

La implantación de un sistema de información contable útil se sustenta en la voluntad y la decisión de la gerencia, pero al igual que el proceso presupuestario, no progresará sin la colaboración, en la medida que corresponda, de cada nivel de la organización.

Ahora bien, la información se genera básicamente en los niveles operativos, en los lugares de actividad, y mediante agregación se distribuye al resto de la organización. Por tanto, aunque el contable de gestión disponga de los medios técnicos y de los conocimientos suficientes, existe una dependencia inevitable del buen hacer de las personas en la recogida de información en aquellos lugares de actividad en los que son los operarios los que marcan la productividad del proceso.

En definitiva, hemos demostrado que el estado de crisis de la Contabilidad de Costes y de Gestión no es tal, puesto que existen el conocimiento suficiente y las técnicas necesarias en la empresa para efectuar la desagregación máxima de la información técnica utilizada por el contable de gestión, basada en el tiempo.

Sin embargo, es constatable que la percepción real de un estado de crisis puede ser debido a un componente de motivación y comportamiento de las personas, que se traduciría en la dificultad de obtener información fiable, independientemente de la cantidad. La confianza en las mediciones es un aspecto más importante que la carencia de las mismas.

Un modelo de planificación y control para la producción heterogénea...

CONTINUIDAD DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Desde nuestra perspectiva, las posibilidades de continuidad son muy diversas, sirvan como ejemplo las que enumeramos a continuación.

En la parte metodológica

A) En un primer paso, pretendemos desarrollar el modelo para toda la empresa, incluyendo los costes indirectos globales, siguiendo la metodología de los costes basados en actividades y las relaciones fines-medios.

B) En lo que se refiere al tronco central de conocimientos de la investigación, se plantea la aplicación del modelo a empresas organizadas con sistemas mixtos de producción común y conjunta, mediante la adaptación de las funciones de producción desarrolladas para cada lugar de actividad.

C) Sobre las implicaciones de la Teoría Microeconómica nos planteamos la definición de curvas de producción y de costes por sectores o tipos de actividad, y sus implicaciones en las estrategias de las organizaciones. Además, está pendiente el desarrollo de una teoría que permita explicar la agregación de las funciones individuales en una función única para la empresa.

D) Las implicaciones de las relaciones causa-efecto y fines-medios en la gestión de la calidad y sus repercusiones en la modelización de los costes.

E) La aplicación del modelo al sector servicios, caracterizado por su heterogeneidad y la gestión de recursos que exige.

F) La ampliación del estudio con investigación previas en comportamiento y motivación del personal frente a la actividad de medición que permita corregir el efecto del *gap* de medición.

G) El análisis del efecto aprendizaje en el modelo en las relaciones fines-medios (organizativo) y en las relaciones causa-efecto (causal).

En la contrastación empírica

Básicamente la finalización de la implantación en TS para el periodo 2000/2001 y realización de propuestas de implantación para empresas con sistemas de producción diferentes de acuerdo con los puntos anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- ACKOFF, R.L. (1972): Un concepto de planeación de empresas, Limusa Wiley, México.
- ADAMS, S.J.; HOWARD, T. Y KRAUSE, P. (1993): "Predictive Performance Evaluation Measures: Field Study of a Multi-Outlet Business", *Accounting and Business Research*, vol 24 n.93.
- ADLER, P.S. (1988): "Managing flexible automation", *California Management Review*, 30 (3).
- AHRENS, T. Y DENT, J.F. (1998): "Accounting and Organizations: realizing the richness of field research", *Journal of Management Accounting Research*, v.10.
- AIBAR GUZMAN, B. (1997): Aproximación contextual al diseño de un sistema general de información de gestión: estudio empírico de la gran empresa gallega, Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.
- _____ (1998): Una propuesta de sistematización del proceso de diseño e implantación del sistema de información de gestión. Análisis empírico de la gran empresa gallega, *Revista de Contabilidad*, v1, n.2.
- ALVAREZ GIL, M.J. (1991): "El diseño del proceso de planificación, programación y control de la producción en las factorías del futuro", *Alta dirección*.
- _____ (1993): "Los sistemas de información y las nuevas tecnologías productivas" en Carmona Moreno, 1993.
- ALVAREZ-DARDET, C. (1993): Análisis estratégico del coste: estudio de un caso, Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, Madrid.
- _____ (1994): "Diferencias conceptuales entre el análisis de costes tradicional y estratégico", *Actualidad Financiera*, 6.
- ALLEN, J. (1988): Towards a post-industrial economy?, Allen, J. y Massey, D. Eds. (1988): The economy in question, Sage. London.
- _____ Y MASSEY, D. eds. (1988): The economy in question, Sage. London.
- AMAT, J. Y AMAT, O. (1994): La contabilidad de Gestión Actual: nuevos desarrollos, AECA.
- ANDERSON, S.W. (1995): "A framework for assessing cost management system changes: the case of activity based costing implementation at General Motors, 1986-1993", *Journal of Management Accounting Research*, v.7 fall.
- _____ (1995): "Measuring the impact of product mix heterogeneity on manufacturing overhead cost", *The Accounting Review*, jul vol 70 n.3.
- _____ Y YOUNG, S.M. (1999): "The impact of contextual and process factors on the evaluation of activity-based costing systems", *Accounting, Organizations and Society*, 24.

- ANSARI, S. (1977): "An integrated approach to control system design", *Accounting Organizations and Society*, v.2 n.2.
- ANTHONY, R.N. (1965): *Planning and control systems: a framework for analysis*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- _____ (1973): "Some fruitful directions for research in management accounting", en Scapens, R.W., Otley, D.T. y Lister, R.J. (1984): *Management accounting, organizations theory and capital budgeting. Three Surveys*, Macmillan. Hong Kong.
- _____ ; DEARDEN, J. Y BEDFORD, N. (1989): *Management Control Systems*, Homewood Irwin, 6ª edición.
- _____ Y GOVINDARAJAN, V. (1995): *Management Control Systems*, Irwin, Chicago.
- ARENTSEN, A.L. (1995): *A generic architecture for factory activity control*, Drukkerij Pinksterpalm-Enschede, The Netherlands.
- ARGYRIS, C. Y KAPLAN, R.S. (1994): "Implementing new knowledge: the case of activity based costing", *Accounting Horizons*, 8 (3) September.
- ARMITAGE, H.M. Y LANGDON, W.E. (1988): "Management accounting: the new relevance", *CMA Magazine*, june.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AECA) (1990a): *El marco de la Contabilidad de Gestión*, Documento n.1, Principios de Contabilidad de Gestión.
- _____ (1990b): *La Contabilidad de Gestión como instrumento de control*, Documento n.2, Principios de Contabilidad de Gestión.
- _____ (1992): *El proceso presupuestario en la empresa*, Principios de Contabilidad de Gestión. Documentos, número 4.
- ATKINSON, A.A. (1987): *Cost estimation in management accounting - six case studies*, Society of Management Accountants of Canada, Ontario.
- _____ Y SHAFFIR, W. (1998): "Standards for field research in Management Accounting", *Journal of Management Accounting Research*, v.10.
- BABAD, Y.M. Y BALACHANDRAN, B.V. (1993): "Cost driver optimization in Activity-Based Costing", *The Accounting Review*, jul vol 68 n.3.
- BAGINSKI, S. Y HASSELL, J. (1997): "Determinants of management forecasting precision", *Accounting Review*, vol.72, n.2.
- BANKER, R.; DATAR, S. Y KEKRE, S. (1988): "Relevant costs, congestion and stochasticity in production environments", *Journal of Accounting and Economics*, vol.10.

- _____ ; POTTER, G. Y SCHROEDER, R. (1995): "An empirical analysis of manufacturing overhead cost drivers", *Journal of Accounting and Economics*, 19.
- BAUMOL, W.J. Y BRAUNSTEIN, Y.M. (1977): "Empirical study of scale economies and production complementarity: the case of journal publication", *Journal of Political Economy*, v.85, n.5.
- BAXTER, J.A. Y CHUA, W.F. (1998): "Doing field research: practice and meta-theory in counterpoint", *Journal of Management Accounting Research*, n.10.
- BAXTER, W.T. Y OXENFELDT, AR. (1968): Costing and pricing: the cost accountant versus the economist, en Solomons (1968).
- BEAUJON, G.J. Y SINGHAL, V.R. (1990): "Understanding the Activity costs in a Activity- based cost system", *Cost management*, spring.
- BELKOUI, A.R. (1981): *Accounting Theory*, Academic Press, NY, 3ª ed. 1992.
- BENNET, R.E.; HENDRICKX, J.A.; KEYS, D.E. Y RUDNICKI, E.J. (1987): *Cost Accounting for Factory Automation*, National Association of Accountants, Montvale, N.J.
- BERLINER, C. Y BRIMSON, J. (coord.) (1988): *Cost management for today's advanced manufacturing. The CAM-I conceptual design*, Harvard Business School Press, Boston, Mass.
- BERRY, A.J.; BROADBENT, J. Y OTLEY, D. eds. (1995): *Management control, theories, issues and practices*, Macmillan Press, London.
- BESTERFIELD, D.H. (1994): *Control de Calidad*, Prentice Hall.
- BIERMAN, H. (1963): "Measurement and Accounting", *Accounting Review*, v.38, n.3, july.
- _____ ; DYCKMAN, T.R. y Hilton, R.W. (1990): *Cost Accounting. Concepts and managerial applications*, PWS-KENT Publishing Company. Boston.
- BLACKBURN, J.D. (ed.) (1991): *Time-based competition: The next battleground in America Manufacturing*, Business One Irwin, Homewood, IL.
- _____ Y WASSENHOU, L.N. (1993): *From IE to JIT to Time-Based Competition*, INSEAD, Fontainebleau.
- BLAIR, R.D. Y KENNY, L.W. (1988): *Microeconomía con aplicaciones a la empresa*, McGraw Hill, Mexico.
- BLANCO DOPICO, Mª.I. (1994): *Contabilidad de Costes: Analisis y Control*, Pirámide.
- _____ (1996): "Algunas consideraciones sobre el diseño de sistemas de información para la gestión", *Actualidad Financiera*, Marzo, p. 7-18.

- _____ Y CANTORNA AGRA, S. (1998): "Información estratégica y actividad empresarial. El just-in-time ante una huelga de transporte", *Partida Doble*, n.90.
- _____ Y GAGO RODRÍGUEZ, S. (1993a): "Las líneas de investigación en Contabilidad de Gestión" en Sáez Torrecilla (ed.) 1993.
- _____ Y _____ (1993b): "Distintos aspectos relacionados con el control de gestión: participación, motivación, incertidumbre y riesgo", *Esic Market*, julio-septiembre, n. 71.
- _____ Y _____ (1995): "Componentes estratégicos y tácticos del ciclo de vida. Implicaciones de la gestión y control de costes en la etapa de concepción y diseño", *Actualidad Financiera*, 24.
- _____ ; AIBAR GUZMÁN, B. Y CANTORNA AGRA, S. (1999): "El enfoque conductual contable y su reflejo en un cuadro de mando integral", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, v.XXVIII, n.98.
- BLYTON, P.; HASSARD, J.; HILL, S. Y STARKEY, K. (1989): *Time, Work and Organisation*, Routledge, London.
- RYAN, B.; SCAPENS, R.W.; Y THEOBALD, T. (1992): *Research method and methodology in finance and accounting*, London [etc.] : Academic Press, cop.
- BOBBITT, C.E. (1990): "Understanding manufacturing process variation with multi-vari analysis", *IEEE/Semi Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*.
- BOCKERSTETTE, J.A. Y SHELL, R.L. (1993): *Time Based Manufacturing*, Institute of Industrial Engineers y McGraw Hill Inc. NY.
- BONETTO, L. (1988): *Flexible manufacturing systems in practice*, North Oxford Academic Publisers, Ltd. G.B.
- BONINI, CH.P. (1963): *Simulation of information and decision systems in the firm*, Prentice Hall, N.J.
- BOOTH, R. (1996): "Manifiesto for ABM", *Management Accounting*, Feb.
- BORDEN, J.P. (1990): "Análisis de la literatura sobre sistemas de costes basados en la actividad", en Carmona Moreno, S, 1993, *Cambio tecnológico y Contabilidad de Gestión*, ICAC. Madrid.
- BOULDING, K.E. (1956): "General Systems Theory- the skeleton of a science", *Management Science*, v.2.
- BOUNINE, J. (1989): *Producir Just in Time: las fuentes de la productividad industrial japonesa*, Masson. Barcelona.
- BRABAZON, T. (1999): "Manage your costs by managing your cycle times", *Management Accounting*, june.

- BRANGER, P. (1988): En busca de la excelencia industrial: just-in-time y nuevas reglas de producción, CDN Ciencias de la Dirección. Madrid.
- BROMWICH, M. (1963): "Management Accounting research: the state of the art", en Bromwich y Hopwood, 1986.
- _____ (1990): "The case for strategic management accounting: The role of accounting information for strategy in competitive markets", *Accounting, Organizations and Society*, vol.15, n.1-2.
- _____ Y BHIMANI, A. (1989): *Management Accounting: evolution not revolution*, Chartered Institute of Management Accountants.
- _____ Y _____ (1994): *Management Accounting: Pathways to Progress*, The Chartered Institute of Management Accountants (CIMA), London.
- _____ ; HOPWOOD, A. (ed.) (1986): *Research and current issues in Management Accounting*, Pitman. London.
- BRUGGEMAN, W. Y SLAGMULDER, R. (1995): "The impact of technological change on management accounting", *Management Accounting Research*, v.6.
- BUFFA, E.S. (1966): *Reading in production and operations management*, Wiley. New York.
- BURBIDGE, J.L. (1990): "Production control: a universal conceptual framework", *Production Planning and Control*, v.1, n.1.
- BURCHILL, G. Y FINE, C.H. (1997): "Time versus market orientation in product concept development: empirically-based theory generation", *Management Science*, v.43 n.4.
- BURNS, T. Y STALKER, G.M. (1961): *The management of innovation*, Tavistock, London.
- BUTLER, D.; HOLLAND, K. Y TIPPETT, M. (1994): "Economic and Accounting (book) rates of return: application of a statistical model", *Accounting and Business Research*, v.24, n.96.
- CAMALEÑO SIMÓN, C. (1997): "Deficiencias e imperfecciones del modelo ABC", *Técnica Contable*, tomo XLIX.
- CAÑADAS MOLINA, E. (1994): "Un diseño inorgánico de costes estándar", *Actualidad Financiera*, 40.
- CAÑIBANO CALVO, L. (1997): *Teoría actual de la Contabilidad (Técnicas Analíticas y problemas metodológicos)*, ICAC.
- _____ Y GONZALO ANGULO, J.A. (1995): Los programas de investigación en Contabilidad, *I Jornada de Trabajo de la Teoría de la Contabilidad. Asepuc*.

- CAPLAN, E.H. (1966): "Behavioral assumptions of management accounting", *Accounting Review*, jul. vol 43.
- CARMONA MORENO, S. (1993): *Cambio tecnológico y Contabilidad de Gestión*, ICAC. Madrid.
- _____ Y PÉREZ CASANOVA, G. (1993): "Organizational forgetting and information systems", *Scandinavian Journal of Management*, v.9.
- CARRASCO DÍAZ, D. (1997): "Estructura y funcionamiento del proceso de cálculo del coste en los servicios hospitalarios: una experiencia empírica", *Revista de Contabilidad*, v0, n0.
- CASTAÑEDA, J. (1968): *Lecciones de Teoría Económica*, Aguilar, S.A.
- CASTELLÓ TALIANI, E. (coord.) (1993): *Nuevas tendencias en contabilidad de Gestión: implantación en la empresa española*, AECA.
- _____ Y LIZCANO, J. (1994a): *El sistema de gestión y de costes basados en las actividades*, Instituto de Estudios Económicos, Madrid.
- _____ Y _____ (1994b): "Implantación en las PYME de un Sistema de Gestión y de Costes basado en las actividades", Amat, J. y Amat, O., 1994, *La contabilidad de Gestión Actual: nuevos desarrollos*, AECA.
- CAVAYE, A.L. (1996): "Case study research: a multi-faceted research for IS", *Information Systems Journal*, v.6 n.3.
- CLARK, J.M. (1923): *Studies in the economics of overhead costs*, University of Chicago Press.
- CLARK, K.B.; HAYES, R.H. Y LORENZ, C. eds. (1985): *The Uneasy alliance: managing the productivity-flexibility dilemma*, HBS Press, Boston, Ma.
- COATES, J.B.; DAVIS, T. Y STACEY, R. (1995): "Performance measurement systems, incentive reward schemes and short-termism in multinacional companies: a note", *Management Accounting Research*, v.6.
- _____ Y LONGDEN, S.G. (1989): *Management Accounting: The Challenge of Technological Innovation*, Research Studies, The Chartered Institute of Management Accountants (CIMA).
- COBB, I.; J.INNES Y MITCHELL, F. (1992): *Activity based costing problems in practice*, Chartered Institute of Management Accountants. London.
- COCKER, M. (1989): "Financial Management and Just-In-Time", *Management Accounting UK*.
- COHEN, K.J. Y CYERT, R.M. (1975): *Theory of the firm: resource in allocation in a market economy*, Englewood Cliffs; N.J. Prentice-Hall, 2ª ed.

- COOK, G.E.; MAXWELL, J.E.; BARNETT, R.S. Y THOMSON, F.M. (1994): "Statistical weld process monitoring and interpretation", IEEE Library.
- COOPER, D.J.; SCAPENS, R.W. Y ARNOLD, J.A. eds. (1983): Management accounting research and practice, Institute of Cost Management Accountants.
- COOPER, R. (1989): "You need a new cost system when ..", *Harvard Business Review*, jan-feb.
- _____ (1990): "ABC: a need not an option", *Accountancy*, sep.
- _____ Y CHEW, W.B. (1996): "Costs through today's designs", *Harvard Business Review*, Jan-feb.
- _____ Y KAPLAN, R.S. (1988a): "How cost accounting systematically distorts product costs", *Management Accounting*, april.
- _____ Y _____ (1988b): "Measure costs right: make the right decisions", *Harvard*
- _____ Y _____ (1991): *The Design of Cost Management Systems*, Prentice Hall.
- _____ Y _____ (1992): "Activity-based systems: measuring the cost of resource usage", *Accounting Horizons*, sep.
- CRESPO FRANCO, T. (1997): Planificación de la producción y sistemas de control: determinación del número de kanbans en un entorno de producción just-in-time a través de modelos de optimización, Tesis doctoral Universidad de Vigo.
- CUÉLLAR, J. (1991): "Statistical process control for nonnormally distributed variables through the use of transformations", IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference.
- CUNNINGHAM, G. (1992): "Management control and accounting systems under competitive strategy", *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, v.5 n.2.
- CYERT, R.M. Y MARCH, J.G. (1963): *A behavioral theory fo the firm*, Englewood Cliffs; N.J. Prentice-Hall.
- CHAMBERS, R.J. (1966): *Accounting, Evaluation and Economic Behavior*, Prentice-Hall, Edglewood Cliffs, New Jersey.
- _____ (1985): "Time in Accounting", *Abacus*, v.25 n,1.
- _____ (1988): *Applied production analysis. A Dual approach*, Cambridge University Press.
- CHARNEY, C. (1991): "Time to market: reducing product lead time", Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, MI.
- CHEATHAM, C. Y CHEATHAM, L. (1996): "Redesigning cost systems: is standard costing obsolete?", *Accounting Horizons*.

- CHENERY, H.B. (1949): "Engineering Production Functions", *Quarterly Journal of Economics*, 63, november.
- _____ (1953): "Process and production functions from engineering data" en Leontief *et al.*, 1953.
- CHENHALL, R. H. (1997a): "The relationship between strategic priorities, management techniques and management accounting: an empirical investigation using a systems approach", EAA-97.
- _____ (1997b): "Reliance on manufacturing performance measures, total quality management and organizational performance", *Management Accounting Research*, v.8.
- _____ (1999): "Revisiting contingency research in management accounting from afar", EIASM IV Workshop in Manufacturing Accounting, Kolding, june.
- _____ Y MORRIS, D. (1986): "The impact of structure, environment, and interdependence on the perceived usefulness of Management Accounting Systems", *The Accounting Review*, January.
- CHILD, J. (1991): "New technology and developments in management organization", en Williams, B.C. y Spaul, B.J., 1991.
- CHONG, V.K. (1996): "Management accounting systems, task uncertainty and managerial performance: a research note", *Accounting Organizations and Society*, v.21, n.5.
- CHRIST, C.F. *et al.* (1963): *Measurements in economics: studies in mathematical economics and econometrics in memory of Yehuda Grunfelt*, Standfor University Press, Standfor, California.
- CHRISTENSEN, J. Y DEMSKI, J. (1995): "The classical foundations of 'modern' costing", *Management Accounting Research*, 6.
- CHUA, W.F. (1986): "Theoretical constructions of and by the real", *Accounting, Organizations and Society*, vol. 11 n.6.
- _____ ; LOWE, E.A. Y PUXTY, A.G. (1989): *Critical perspectives in Management Accounting*, MacMillan Press.
- CHUNG, K.H. (1990): "Output decision under demand uncertainty with stochastic production function: a contingent claims approach", *Management Science*, v.36 n.11.
- DAFT, R. Y MACINTOSH, N. (1978): "A new approach to design and use of management information", *California Management Review*, vol.21 n.1, Fall.
- DALE, B.G. Y SHAW, P. (1992): "Statistical process control in PCB manufacture: what are the lessons?", *IEE Proceedings*, v.139 n.4.

- DANIELS, N.C. Y ESSAIDES, G (1993): Time-Based Competition, Economic Intelligence Unit, London.
- DANIELS, R.L. Y KOUVELIS, P. (1995): "Robust scheduling to hedge against processing time uncertainty in single-stage production", *Management Science*, v.41 n.2.
- DANO, S. (1966): Industrial Production Models: A Theoretical Study, springer-Verlag, N.Y.
- DARLINGTON, J.; INNES, J.; MITCHELL, F. Y WOODWARD, J. (1992): "Throughput accounting: the garret automotive experience", *Management Accounting* (UK), p. 32-35, 38.
- DATAR, S. Y GUPTA, M. (1994): "Aggregation, specification and measurement errors in product costing", *The Accounting Review*, oct, v. 69 n.4.
- DAVIES, G. (1991): It's about time, Templeton College, Management research papers, MRP 91/7.
- DAVIS, S.G. (1987): "Scheduling economic lot size production runs", *Management Science*, v.36, n.8.
- DEAN, J. (1936): Statistical determination of cost, with special reference to marginal cost; The Chicago University Press.
- _____ (1941): Statistical cost functions of a hosiery mill, Chicago, Ill., The University of Chicago Press.
- _____ (1976): Statistical cost estimation, Bloomington : Indiana University Press.
- DEARDEN, J. (1963): "Profit-planning accounting for small firms", *Harvard Business Review*, marzo-abril.
- DEMSKI, J. (1967): "An Accounting System Structured on a linear programming model", *Accounting Review*, october.
- _____ (1970): "The decision implementation interface: effects of alternative performance measurement models", *Accounting Review*, January.
- _____ (1980): Information analysis, Addison-Wesley.
- _____ (1996): Managerial uses of accounting information, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- _____ Y FELTHAM, G (1976): Cost Determination: A Conceptual Approach, Iowa University State Press.
- _____ Y MAGEE, R. (1992): "A perspective on accounting for defense contracts", *Accounting Review*, oct.

- DEN HERTOOG, J.F. (1978): "The role of informatin and control systems in the process of organizational renewal: radblock or road bridge?", *Accounting, Organizations and Society*, v.3 n.1.
- DENT, J. (1990): "Strategy, organization and control: some possibilities for accounting research", *Accounting Organizations and Society*, v.15 n.1-2.
- DEWSBURY, M. Y DALE, B.G. (1995): "Statistical process control: examination of use in a small printed circuit board manufacturer", *IEE Proc.-Sci. Meas. Technol.*, v.142 n.6.
- DHAUALE, D.G. (1989): "Product costing in Flexible Manufacturing Systems", *Journal of Management Accounting Research*, Fall.
- DÍAZ FERNÁNDEZ, A. (1993): "Producción: gestión y control", Ariel.
- DÍAZ MARTÍ, P.; RICOTE MONTERO, M. Y RODRÍGEZ, A. (1994): "El ABC como nuevo sistema para la contabilidad de gestión", *Actualidad Financiera*, 47.
- DILTS, D. Y GRABSKI, S. (1990): "Advanced manufacturing technologies: what they can offer management accountants", *Management Accounting*, february.
- DIXON, P.B.; BOWLES, S. Y KONDRIK, D. (1983): *Teoría Microeconómica, notas y problemas*, Hispano-Europea, S.A.
- DOLAN, R.J. (1995): "How do you know when the price is right?", *Harvard Business Review*, sept.
- DOMINGUEZ MACHUCA, J.A. (1990): "El subsistema productivo de la empresa: problemas y fundamentos teóricos.
- _____ Y GARCÍA GONZÁLEZ, S. (1991): "Del MRP al MRP II: evolución, descripción y precisión conceptual", *Alta dirección*.
- DONOSO ANES, J.A. Y DONOSO ANES, R. (1993): "La importancia de la casualidad en el control de las desviaciones sobre costes estándares", Sáez Torrecilla, A. (coord.), 1993.
- DOPUCH, N. Y BIRNBERG, S.C. (1969): *Cost accounting : accounting data for management's decisions*, New York : Harcourt, Brace and World.
- _____ Y REVSINE, L. eds. (1973): *Accounting Research 1960-70: a critical evaluation*, Champaign, Illinois: CIERA.
- _____ ; BIRNBERG, J.C. y DEMSKI, J. (1974): *Cost Accounting: Accounting data for management's decisions*, Harcourt, Brace and World.
- DORFMAN, R. (1953): "Mathematical or 'linear' programming", *American Economic Review*, v.43, n.5.
- DOUGLAS, E.J. Y CALLAN, S. (1992): *Managerial economics*, Prentice Hall.

- DRUCKER, P. (1991): "La teoría de la fabricación que surge ahora", *Harvard Deusto Business Review*, 1 Trim.
- _____ (1992): "La nueva revolución de la productividad", *Harvard Deusto Business Review*, jun.
- DUDICK, T.S. (1991): *Handbook of Product Cost Estimating and Pricing*, Prentice Hall Trade.
- DUENYAS, I. Y HOPP, W.I. (1995): "Quoting Customer Lead Times", *Management Science*, v.41 n.1.
- DUNK, A.S. (1989): "Management accounting lag", *Abacus*, v.25, n.2.
- DYCMAN, T.R. Y ZEFF, S. (1984): "Two decades of the Journal of Accounting Research", *Journal of Accounting Research*, v. 22 n.1.
- EATON, B.C. Y SCHMITT, N. (1994): "Flexible manufacturing and market structure", *The American Economic Review*, september.
- EGBELU, P. J Y WANG, H. P., (1989): "Scheduling for just-in-time manufacturing", *Engineering Costs and Production Economics*, 16.
- EIDE, E. (1979): *Engineering production and cost functions for tankers*, Elsevier Scientific Publishing Company.
- EILER, R.G. Y CAMPI, J.P. (1990): "La implantación de un sistema de cálculo de costes basados en la actividad en una empresa transformadora", en Carmona Moreno, S, 1993.
- EISEMANN, K. Y YOUNG, W.M. (1966): "Study of a textile mill with the aid of linear programming", en Buffa, 1966.
- EMERY, J.C. (1987): *Management information systems*, Oxford University Press.
- EMMANUEL, C., OTLEY, D. Y MERCHANT, K. (1992): *Readings in Accounting for Management Control*, Chapman & Hall, Londres.
- EVANS, H. Y ASHWORTH, G. (1996): "Exploiting activity-based information: easy as ABC?", *Management Accounting*, jul.
- EVANS, J.; LEWIS, B. Y PATTON, J. (1986): "An economic modeling approach to contingency theory and management control", *Accounting Organizations and Society*, v.11 n.6.
- EWUSI-MENSAH, K. (1981): "The external organizational environment and its impact on management information systems", *Accounting, Organizations and Society*, v.6 n.3.
- EZZAMEL, M. Y ROBSON, K. (1995): "Accounting in time: organizational time-reckoning and accounting practice", *Critical Perspectives on Accounting*, p. 149-170.

- _____ ; LILLEY, S. Y WILLMOTT, H. (1997): "Accounting for management and managing accounting: reflections on recent changes in the UK", *Journal of management studies*, 34:3 May.
- F, F. (1994): *Production frontiers*, Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- FANDEL, G.; DYCKHOFF, H Y REESE, J. eds. (1988): *Essays on production theory and planning*, Springer-Verlag. N.Y.
- FÄRE, GROSSKOPF, KNOX Y LOWELL (1985): *The measurement of efficiency of production*, Kluwer-Nijhoff Publishing. Boston.
- FELTHAM, G. (1968): "The value of information", *The Accounting Review*, october.
- _____ (1970): "Some quantitative approaches to planning for multiproduct systems", *Accounting Review*, january.
- _____ (1972): "Information evaluation", *Studies in Accounting Research* N.5, American Accounting Association, Evanston, Ill.
- _____ (1977): "Cost aggregation: an information economic analysis", *Journal of Accounting Research*, n. 15.
- _____ Y DEMSKI, J. (1970): "The use of models in information evolution", *Accounting Review*, Oct.
- FERGUSON, C.E. (1985): *Teoría neoclásica de la producción y la distribución*, Trillas. México.
- FERNÁNDEZ PÉREZ, L. (1993): *Budgeting construction*, Working Paper, WP 4/1993.
- FERNÁNDEZ PIRLA, J.M. (1974): *Teoría Económica de la Contabilidad*, ICE. Madrid.
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, E. (1993): *Dirección de la producción. I. Fundamentos estratégicos*, Civitas.
- _____ Y VÁZQUEZ ORDÁS, C.J. (1994): *Dirección de la producción. II. Métodos operativos*, Civitas.
- FERNÁNDEZ SEVILLANO, J. (1995): "ABC y sistemas convencionales de costes: una reflexión desde el enfoque socioeconómico", *Actualidad Financiera*, 12.
- FERRÉ MASIP, R. (1987): *Fabricación asistida por computador- CAM*, Marcombo, colección Productica. Barcelona.
- FERREIRO GARCÍA, R. (1995): *Nociones sobre aplicación de PLC's al control de procesos industriales*, A Coruña Universidade.
- FERRIS, K. Y HASKINS, M. (1988): "Perspectives on accounting systems and human behaviour", *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, v.32, n.2.
- FISHER, J. (1995): "Contingency-based research on management control systems categorization by level of complexity", *Journal of Accounting Literature*, v.14.

- FISHER, M.L. Y ITTNER, C.D. (1999): "The impact of product variety on automobile assembly operations: empirical evidence and simulation analysis", *Management Science*, v.45 n.6.
- FOSTER, G. Y GUPTA, M. (1990): Manufacturing Overhead cost driver analysis, *Journal of accounting and economics*.
- _____ Y HORNGREN, C. (1987): "JIT: cost accounting and cost management issues", *Management Accounting USA*, June.
- _____ Y _____ (1988a): "Cost Accounting and Cost management in a JIT environment", *Cost Management*, winter.
- _____ Y _____ (1988b): "Flexible Manufacturing Systems: cost management and cost accounting implications", *CAM-I*.
- _____ Y SWENSON, D.W. (1997): "Measuring the success of activity-based cost management and its determinants", *Journal of Management Accounting Research*, n.9.
- FRIEDMAN, M. (1953): *Essays in Positive Economics*; University of Chicago Press
- FRIEDMAN, A.L. Y LYNE, S.R. (1997): "Activity-based technique and the death of the beancounter", *The European Accounting Review*, v. 6, n.1.
- FRISCH, R. (1963): *Las leyes técnicas y económicas de la producción*, Sagitario. Barcelona.
- GAITHER, N. (1992): *Productions and operations management*, The Dryden Press. 5ª ed. Orlando.
- GALGANO, A. (1993): *Calidad Total*, Díaz de Santos, Madrid.
- GARCÍA BENAÚ, M.A. (1997): "Algunas consideraciones internacionales sobre la controversia entre teoría y práctica contable", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*.
- GARCÍA CORNEJO, B.; PÉREZ MÉNDEZ, J.A. Y CASTRO PÉREZ, O. (1999): "Sistemas de costes en empresas que trabajan bajo pedido: un análisis de casos del sector metal-eléctrico", *Técnica Contable*, marzo.
- GARCÍA GARCÍA, M. (1984): *Economía de la producción y Contabilidad de Costes*, Instituto de Planificación Contable.
- _____ (1993): El grafocoste. Un nuevo lenguaje para el diseño y la formulación de los modelos contables de costes, en Sáez Torrecilla coor., 1993.
- GARCÍA GONZÁLEZ, S. (1991): "El sistema MRP II: ventajas e inconvenientes", *Alta dirección*.
- GARNER, S.P. (1954): *Evolution of Cost Accounting to 1925*, University of Alabama Press. Universidad de Alabama.

- GERWIN, D. (1993): "Manufacturing Flexibility: a strategic perspective", *Management Science*, v.39 n.4.
- GIMENO ZUERA, J. Y LÓPEZ VIÑEGLA, A. (1999): "El controller ante la nueva era de la información de gestión en la empresa. Contrastes empíricos en el sector español del automóvil", *Revista de Contabilidad*, v.2 n.3.
- GOLD, B. (1983): "La fabricación con ayuda del ordenador induce nuevos criterios de producción", *Harvard Deusto Business Review*, n.22, 2º trim.
- GOLDRATT, E.M., Cox, J. (1984): *La Meta*, Diaz de Santos, Madrid.
- GONZÁLEZ-UBEDA RICO, J. Y NAVARRO CASTILLO, F. (1994): "La gestión de empresas basada en las actividades y en los procesos de negocio y su implantación en el control de gestión", Amat, J. y Amat, O., 1994.
- GONZALO ANGULO, J.A. (1992): *Modelos normativos para el cálculo y control de costes en la empresa*, ICAC, Madrid.
- GORDON, L.A. Y MILLER, D. (1992): "A contingency framework for the desing of accounting information systems", Emmanuel, C., Otley, D. y Merchant, K., 1992.
- _____ Y NARAYANAN, V.K. (1984): "Management accounting systems, perceived environmental uncertainty and organization structure: an empirical investigation", *Accounting, organizations and society*, v.9 n.1.
- GRAVELLE, H. Y REES, R. (1981): *Microeconomía*, Alianza Universidad Textos, Madrid.
- GREEN, T.B., NEWSOM, W.B. Y JONES, G.R. (1977): "A survey of the application of quantitative techniques to production/operations management in large corporations", *Academy of Management Journal*, december.
- GREGORY, A. (1991): "Management Accounting Information Technology", en Williams, B.C. y Spaul, B.J., 1991.
- GRIFFIN, J.M. (1977): "The econometrics of joint production: another approach", *Review of Economics and Statistics*, pp. 387-397.
- GRIFFITHS, A. Y WALL, S. (1996): *Intermediate Microeconomics Theory and Applications*, Longman.
- GROENEVELT, H.; PINTELON, L. Y SEIDMANN, A. (1992): "Production lot sizing with machine breakdowns", *Management Science*, v.38 n.1.
- GROOVER, M.P. Y WIGINTON, J.C. (1986): "CIM and the flexible automated factory of the future", *Industrial Engineering*, enero.
- GRUNFELD, Y. Y GRILICHES, Z. (1960): "Is aggregation necessarily bad?", *The Review of Economics and Statistics*, n.42.

- GULLEDGE, T.R. Y LITTERAL, L.A. eds. (1989): *Cost Analysis Applications of Economics and Operations Research*, Springer-Verlag. Washington.
- GUNASEKARAN, A.; MARRI, H.B. Y YUSUF, Y.Y. (1999): "Application of activity-based costing: some case experiences", *Managerial Auditing Journal*, 14/6.
- GUPTA, M. (1993): "Heterogeneity issues in aggregated product costing systems", *Journal of Management Accounting Research*, n.5.
- GUPTA, Y.P. Y GOYAL, S. (1989): "Flexibility of manufacturing systems: concepts and measurements", *European Journal of Operations Research*, n.43, p. 119-135.
- GUTIERREZ PONCE, H. (1991): "Los actuales instrumentos de control de costes", *Actualidad Financiera*, 15.
- _____ (1994): "El diseño estratégico de los sistemas de contabilidad de gestión para procesos de fabricación competitivos", *Actualidad Financiera*, 5.
- HANSEN, A.; HANSEN, C.O. Y MOURITSEN, J. (1999): "Inter-organisational management control: open book accounting, target cost management and the management of supplier relations", *EIASM IV Workshop in Manufacturing Accounting*, Kolding, june.
- HANSEN, D.R. Y MOWEN, M.M. (1999): *Management Accounting*, South-Western College Publishing.
- HANSEN, P. (1961): *Contabilidad interna en la industria*, Aguilar. Madrid.
- HANSON, P. Y VOSS, C. (1999): "Taylor to Toyota to technology", *Manufacturing Engineer*, february.
- HARRIS, E. (1990): "The impact of JIT production on product cost information systems", *Production and Inventory Management Journal*, 1st quarter.
- HARRIS, T.G. (1993): "El ejecutivo post-capitalista: entrevista con Peter F. Druker", *Harvard Deusto Business Review*, 55.
- HAY, D.A. Y MORRIS, D.J. (1990): *Industrial economics and organization. Theory and evidence*, Oxford University Press.
- HAYES, D.C. (1977): "The contingency theory of managerial accounting", *The Accounting Review*, v.LII n.1.
- _____ (1978): "The contingency theory of managerial accounting: a reply", *The Accounting Review*, v.LIII n.2.
- HAYES, R. Y WHEELWRIGHT, S. (1984): *Restoring our competitive edge*, Wiley & Sons, N.Y.
- _____ Y MILLAR, J.A. (1990): "Measuring production efficiency in a non-for-profit setting", *The Accounting Review*, jul vol 65 n.3.

- HEALTHFIELD, D.F. Y WIBE, S. (1987): An introduction to cost and production functions, Macmillan education.
- HEDBERG, B. Y JÖNSSON, S. (1992): "Designing semi-confusing information systems for organizations in changing environments", Emmanuel, C., Otley, D. y Merchant, K., 1992.
- HEMMER, T. (1996): "Allocations of sunk capacity costs and joint costs in a linear principal-agent model", *The Accounting Review*, jul, v. 71 n.3.
- HENDERSON, J.M. Y QUANDT, R.E. (1981): Teoría microeconómica, Ariel.
- HERZOG, E. (1997): "Recent Developments in managerial accounting. Activity based cost Management", Encuentro de la European Accounting Association, 1997.
- HICKS, D. (1992): Activity-Based Costing for Small and Mid- Sized Business, John Wiley & Sons, N.Y.
- HILL, S. (1989): Managerial economics: the analysis of business decisions, Macmillan, Hong Kong.
- HILL, T. (1993): Manufacturing Strategy, Macmillan, Basingstoke.
- HOLT, C.C.; MODIGLIANI, F.; MUTH, J.F. Y SIMON, H.A. (1960): Planning, Production, Inventories and Work Force, Prentice Hall.
- HOPE, J. Y FRASER, R. (1998): "Beyond budgeting... Breaking through the barrier to 'the third wave'", *IFAC Articles of Merit 1998 Competition*.
- HOPWOOD, A. (1976): Accounting and human behavior, Englewood Cliffs Prentice Hall. N.J.
- _____ (1978): "Towards an organizational perspective for the study of accounting and informational systems", *Accounting, Organizations and Society*, v.8, n.23.
- _____ (1990): "Accounting and organization change", *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, v.3 n.1.
- HORNGREN, C.T. (1995): "Management accounting: this century and beyond", *Management Accounting Research*, n.6.
- _____ (1996): Introduction to managerial accounting, Prentice Hall.
- _____ ; FOSTER, G. Y DATAR, S. (1996): Contabilidad de Costes: un enfoque gerencial. Prentice Hall, 8ª ed., México.
- HOSSAIN, A.; CHOUDHURY, Z.A. Y SUYUT, S.M: (1992): "A computer aided method to statistical process control of an industrial process in real time", *Conference Record of the 1992 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*, october.
- HOUT, G. Y STALK, T.M. (1990): Competing Against Time, The Free Press, London.

- HOWELL, R.A. Y SOUCY; S.R. (1988): "Management reporting in the new manufacturing environment", *Management accounting*, Febrero.
- HUM, S.-H. Y SIM, H.-H. (1996): "Time-based competition: literature review and implications for modelling", *International Journal of Operations and Production Management*, 75-90.
- HUMPHREYS, G. Y SHAW-TAYLOR, B. (1996): "Statistical process control. A commonsense way to keep out of trouble", *Management Accounting*, jan.
- HUXTABLE, N. (1998): *Calidad total para la pequeña y mediana empresa*, Turpial.
- IFAC (1996): *Performance management in small business*, IFAC.
- IGLESIAS SANCHEZ, J.L. (1996): *Avances y Prácticas empresariales en contabilidad de gestión*, AECA.
- IJIRI, Y. (1975): *Theory of Accounting Measurement*, Studies in accounting research #10. American Accounting Association.
- INNES, J. Y MITCHEL, F. (1990): "Activity based costing a review with case studies", Chartered Institute of Management Accountants. London.
- _____ Y _____ (1991): "Activity based cost management, a case study of development and implementation", Chartered Institute of Management Accountants. London.
- INTRILIGATOR, M.D.; BODKIN, R.G. Y HISAO (1996): *Econometric models, techniques and applications*, Prentice Hall.
- ISENBERG, R. (1992): "The influence of JIT production and advanced IT on factory organization", *Engineering Management Journal*, april.
- ISHIKAWA, K. (1986): *¿Qué es el control total de calidad?*, Editorial Norma, Madrid.
- ITAMI, H. Y KAPLAN, R. (1980): "An activity analysis approach to unit costing with multiple interactive products", *Management Science*, 26.
- JACOBS, L.W. Y BRUSCO, M.J. (1996): "Overlapping Start-time bands in implicit tour scheduling", *Management Science*, v.42 n.9.
- JAIKUMAR, R. (1990): "An architecture for a process control costing system" en Kaplan, 1990a.
- JOHNSON, H.T. (1988): *Contabilidad de Costes. Auge y caída de la Contabilidad de Gestión*, Plaza & Janés, Barcelona.
- _____ (1991): "Activity-Based Management: Past, Present and Future", *The Engineering Economist*, primavera.
- _____ (1993): "Información basada en la actividad: un anteproyecto de Contabilidad de Gestión universal" en Carmona, 1993.

- _____ ; VANCE, T.P.Y PLAYER, R.S. (1991): "Pitfalls in using ABC cost-driver information to manage operating costs", *Corporate Controller*, january/february.
- JOHNSON, M (1995): "Druker speaks his mind", *Management Review*, oct.
- JOHNSTON, J. (1960): *Statistical Cost Analysis*, McGraw Hill. New York.
- JONES, C.S. (1985): "An empirical study of the evidence for contingency theories of management accounting systems in conditions of rapid change", *Accounting, Organizations and Society*, v.10 n.3.
- _____ (1989): *Accounting and Organisational Change, A study of management buyouts*, Occasional paper series. The Chartered Institute of Management Accountants(CIMA).
- JONES, J.W. (1993): *High-Speed Management- Time based strategies for managers and organisations*, Jossey-Bass, San Francisco.
- JONES, S. Y POSTON, K. (1992): "An alternative formulation for Activity-Based Cost Functions", *Advances in Management Accounting*, v.1.
- JÖNSSON, S. (1996): *Accounting for improvement*, Pergamon, Oxford.
- KAPLAN, B. Y DUCHON, D. (1988): "Combining qualitative methods in information system research: a case study", *Management Information Systems Quarterly*, v. 4.
- KAPLAN, R.S. (1977): "Application of quantitative models in Managerial Accounting: a state of the art", in *Managerial Accounting, State of the art*, Robert Beyer Lecturer Series, University of Winsconsin, Madison.
- _____ (1983a): "La medida del rendimiento de la producción: un nuevo reto para la investigación en contabiidad de gestión", en Carmona Moreno, S, 1993.
- _____ (1983b): "Measuring manufacturing performance: a new challenge for managerial accounting research", *The Accounting Review*, october.
- _____ (1984a): "La evolución de la contabilidad de gestión", en Carmona Moreno, S, 1993.
- _____ (1984b): "Yesterday's Accounting Undermines Production", *Harvard Business Review*.
- _____ (1984c): "The evolution of management accounting", *The Accounting Review*, v.LIX.
- _____ (1986): "Strategic cost analysis", en NAA Proceedings.
- _____ (1990a): *Measures for manufacturing excellence*, Harvard Business Scholl Press.
- _____ (1990b): "Limitations of Cost Accounting in Advanced Manufacturing Environments", en Kaplan, R.S., 1990a.

- _____ (1990c): "Cost system design", *Management Accounting*, February.
- _____ (1990d): "The four-stage model of cost system design", *Management Accounting*, february.
- _____ (1992): "Measuring manufacturing performance: a new challenge for managerial accounting research", Emmanuel, C., Otley, D. y Merchant, K., 1992.
- _____ (1993): "En defensa de la gestión del coste basada en la actividad", *Harvard Deusto Business Review*, 58.
- _____ (1994): "Flexible budgeting in an activity-based costing framework", *Accounting Horizons*, june.
- _____ (1998): "Innovation action research: creating new management theory and practice", *Journal of Management Accounting Research*, n.10.
- _____ Y ATKINSONS, A (1989): *Advanced Management Accounting*, Prentice Hall.
- KASHYAP, A.K. Y WILCOX, D.W. (1993): "Production and inventory control at the General Motors Corporation during the 1920's and 1930's", *The American Economic Review*, June.
- KEEGAN, D.P. Y EILER, R.G. (1995): "Let's reengineer cost accounting", *IFAC Articles of Merit 1995 Competition*.
- KEEN, P.G.W. Y SCOTT-MORTON, M.S. (1978): *Decision support systems: an organisational perspective*, Addison-Wesley, Reading, Mass.
- KENNEDY, A. (1996): "ABC Basics", *Management Accounting*, Jun.
- KERREMANS, M., THEUNISSE, H. Y VAN OVERLOOP, G. (1991): "Impact of automation on cost accounting", *Accounting and Business Research*, v.21 n.82.
- KLAMMER (1972): "Empirical evidence of the adoption of sophisticated capital budgeting techniques", *Journal of Business*, july.
- _____ (1973): "The association of capital budgeting techniques with firm performance", *Accounting Review*, april.
- KONDO, J.; BOSE, S. Y ADDUCI, D. (1991): "A real time process control system for IC testing", *Proceedings of The Twenty-Fourth Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, January.
- KOTLER, PH. (1992): *Dirección de Marketing. Análisis, Planificación, Gestión y Control*, Prentice-Hall, 7ª ed.
- KREN, L. Y LIAO, W. (1988): "The role of accounting information in the control of organizations, a review of the evidence", *Journal of Accounting Literature*, v.7.
- KUMAR, S. (1991): "Survey of various statistical process control", *IEEE/CHMT IEMT Symposium*.

- LARRAÑETA, J Y ONIEVA, L (1988): Métodos modernos de gestión de la producción, Alianza Universidad Textos. Madrid.
- _____; _____.; LOZANO, S. Y DÍAZ, A. (1991): "Inteligencia artificial aplicada a la planificación, programación y control de calidad", *Alta Dirección*, n.155, enero-febrero.
- LAVALLART, F. Y COOPER, N. (1997): "Statistical Machine Control: a practical approach to total productive maintenance of semiconductor equipment", 1997 *IEEE/CPMT Int'L Electronics Manufacturing Technology Symposium*.
- LAW, A.M. (1990): "Models of random machine downtimes for simulation", *Proceedings of the 1990 Winter Simulation Conference IEEE*.
- _____ Y KELTON, W.D. (1990): *Simulation modeling and analysis*, McGraw-Hill. Nueva York.
- LAWRENCE, T.R. Y LORSCH, J.W. (1969): *Organization and environment*, Irwing.
- LAWSON, R.A. (1995): "Activity-based costing systems for Hospital Management", *IFAC Articles of Merit 1995 competition*.
- LEBAS, M. (1996): "Le prix de revient est mort! Vive le coût de revient!", *Revue Française de Comptabilité*, Fév.
- LEIBENSTEIN, H. (1976): *Beyond the economic man*, Harvard University Press, Boston.
- LENDERINK (1994): *The integration of process and production planning in small batch part manufacturing*, PhD thesis. Univ. of Twente.
- LEONTIEF, W. *et al.* (1953): *Studies in the structure of the American economy*, Oxford University Press.
- LIVINGSTONE, J.L. (1969): "Input-output analysis for cost accounting, planning and control", *Accounting Review*, January.
- _____ (1975): *Managerial accounting: the behavioral foundations*, Columbus, OH Griz.
- LOFT, A. (1991): "Time in accounting", working paper, Copenhagen Business School.
- _____ (1995): "Time is money", *Studies in Cultures, Organisations and Societies*, 127-145.
- LÓPEZ CRUCES, F. (1993): "Formulación matricial del flujo de valores en la empresa" en *Cuestiones actuales de contabilidad de Costes*, McGraw Hill.
- _____ (1997): "Simulación de costes: matrices estructuradas", *Partida Doble*, n.78.
- LÓPEZ DÍAZ, A. (1973): "La contabilidad matricial, una nueva metodología", *Esic-Market*, febrero-mayo.

- _____ Y MENÉNDEZ MENÉNDEZ, M. (1989): *Curso de Contabilidad Interna*, AC. Madrid.
- LÓPEZ GRACIA, J. (1995): "Aspectos metodológicos de la investigación empírica en contabilidad", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, abr-jun.
- LOWE, E.A. (1971): "Budgetary control: an evaluation in a wider managerial perspective"; *Accountancy*; november.
- LUCKETT, P. Y EGGLETON, I. (1991): "Feedback and management accounting: a review of research into behavioural consequences", *Accounting Organizations and Society*, v.16 n.4.
- LUKKA, K. (1988): "Budgetary biasing in organizations: theoretical framework and empirical evidence", *Accounting, Organizations and Society*, v 13 n.3.
- MACDUFFIE, J.P; SETHURAMAN, K. Y FISHER, M. (1996): "Product variety and manufacturing performance: evidence from the international automotive assembly plant study", *Management Science*, vol.42, n.3.
- MACINTOSH, N.B. (1981): "A Contextual model of information systems", *Accounting, Organizations and Society*, v.6, n.1.
- _____ (1994): *Management accounting and control systems: an organizational and behavioral approach*, John Wiley & Sons, N.Y..
- MACHLUP, F. (1967): "Theories of the firm: marginalist, behavioral, managerial", *The American Economic Review*, March.
- MAGEE, R.P. (1976): "A simulation analysis of alternative cost variance investigation models", *Accounting Review*, July.
- MALMI, T. (1997): "Towards explaining activity-based costing failure: accounting and control in a decentralized organization", *Management Accounting Research*, v.8.
- _____ (1999): "Activity-based costing diffusion across organizations: an exploratory empirical analysis of Finnish firms", *Accounting, Organizations and Society*, 24.
- MALLO RODRÍGUEZ, C. (1986): *Contabilidad Analítica. Costes, rendimientos, precios y resultados*, Instituto de Planificación Contable. Ministerio de Economía y Hacienda.
- _____ (1991): "Principios fundamentales económicos de la Contabilidad de Gestión", IV Encuentro ASEPUC-Santander.
- _____ (1994): "Evaluación crítica de los modelos activity based costing ABC activity based management ABM", *I Jornada de Trabajo sobre Contabilidad de Costes y de Gestión*, Asepuc, Universidad de Barcelona.

- _____ Y MERLO, J. (1995): *Control de Gestión y Control Presupuestario*, McGraw Hill.
- _____; MIR, F.; REQUENA, J.M. Y SERRA, V. (1994): *Contabilidad de Gestión. Cálculo, análisis y control de costes para la toma de decisiones*, Ariel Economía.
- MARKUS, M.L. Y PFEFFER, J. (1983): "Power and the design and implementation of accounting and control systems", *Accounting, Organizations and Society*, v.8 n.2-3.
- MARSCHAK, J. (1971): "Economics of information systems", *Journal of the American Statistical Association*, March.
- MARTÍN PEÑA, F. (1995): *Costes por actividades. Un análisis crítico del modelo ABC (Activity Based Costing)*, Univ. Barcelona. Tesis doctoral, no tengo información de que esté editada.
- MARTIN, E.B. Y MORRIS, A.J. (1995): "Multivariate statistics and neuronal networks in process fault detection", *IEEE Library*.
- _____; ; _____; Y ZHANG, J. (1996): "Process performance monitoring using multivariate statistical process", *IEE Proc.- Control Theory Appl.*, v.143 n.2.
- MARTÍN-CASAL GARCÍA, J.A. (1998): "La gestión del tiempo y los sistemas contables de gestión", *Partida Doble*, n.92.
- MARTÍNEZ SÁNCHEZ, A. (1992): "La estrategia de fabricación y la competitividad de la empresa", *Alta dirección*, n.162.
- MASKELL, B. (1986a): "Management Accounting and JIT", *Management Accounting UK*, september.
- _____ (1986b): "Just-in-time manufacturing", *Management Accounting*, july/august.
- MATSUO, H., SHANG, J.S. Y SULLIVAN, R.S. (1991) "A crane scheduling problem in a computer-integrated manufacturing environment", *Management Science*, v.37, n.5.
- MATTESSICH, R. (1961): "Budgeting models and system simulation", *The Accounting Review*, july.
- _____ (1962): "Operations research and accounting: competitors or partners?", *Quarterly Review of Economics and Business*, August.
- _____ (1964a): *Accounting and analytical methods*, Irwin Homewood.
- _____ (1964b): *Simulation of the firm through a budget computer program*, Irwin Homewood.

- _____ (1993): "Paradigms, research traditions and theory nets of Accounting" en Munford, M.J. y Peasnell, K.V. eds. *Philosophical perspectives in Accounting. Essays in honour of Edward Stamp*, Routledge, London.
- _____ (1995): *Critique of Accounting: examination of the foundations*, Quorum Books. London.
- _____ (1996a): Academic Research in Accounting: The last 50 years, *Asian-Pacific Journal of Accounting*, v.3 n.1.
- _____ (1996b): "Accounting Research: Response to commentators and reviewers", *Asia-Pacific Journal of Accounting*, v.3 n.1.
- _____ (1999): "Acerca de lo que he intentado hacer en mi labor de investigación, dónde puede que haya acertado y dónde he fracasado", *Revista de Contabilidad*, v.1 n.2.
- _____ (ed.) (1984): *Modern accounting research: history, survey and guide*, Canadian Certified General Accountants Research Foundation.
- MATTHEWS, L. (1983): *Estimating manufacturing costs*, McGraw Hill.
- MCILHATTAN, R.D. (1993): "La forma en que los sistemas de gestión de costes pueden apoyar la filosofía JIT", en Carmona Moreno, S, 1993.
- MEEGAN, R. (1988): A crisis of mass production?, en Allen, J. y Massey, D. Eds., 1988.
- MENÉNDEZ Y MENÉNDEZ, M. (1985): "Modelos matriciales para el cálculo de costes", *Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España*, n.12.
- MENGER, K. (1954): "The laws of return: a study in meta-economics" in Oskar Morgenstern (ed.), *Economic Activity Analysis*, John Wiley & Sons, NY, Parte III.
- MENSAH, Y. Y LI, S. (1993): "Measuring production efficiency in a not-for-profit setting: an extension", *Accounting Review*, v.68, n.1.
- MERCHANT, K. Y SHIELDS, M. (1993): "When or why to measure costs less accurately to improve decisions making", *Accounting Horizons*, n.7(2).
- MERLI, G. (1990): *Total Manufacturing Management. La estrategia industrial en los años 90, Tecnologías de gerencia y producción*.
- MERLO, J. (1995a): "Modelos inductivos de reparto y distribución de costes. I Centros de servicios", *Partida Doble*, n.56.
- _____ (1995b): "Modelos inductivos de reparto y distribución de costes. II El modelo ABC", *Partida Doble*, n.57.

- MIA, L. (1993): "The role of MAS information in organizations: an empirical study", *British Accounting Review*, v.37 n.3.
- MILBURN, J.A. (1994): "Towards new directions in financial accounting research". In Measurement research in financial accounting, Ernst & Young Foundation, 14-26 Workshop proceedings, September 30 to October 1, 1993. Waterloo, Ontario: Ernst & Young Found.ation,
- MILLER, J.G. Y VOLLMANN, T.E. (1985): "The hidden factory", *Harvard Business Review*, September-October.
- MILLER, P. Y O'LEARY, D. (1994): "Accounting, 'economic expertise' and the spatial reordering of manufacture", *Accounting, Organizations and Society*.
- MIR, F. (1994): "Los sistemas a costes completos denominados 'convencionales'", *I Jornada de trabajo sobre Contabilidad de Costes y de Gestión, Universidad de Barcelona*, noviembre.
- MONDEN, Y. Y SAKURAI, M. (eds.) (1992): Métodos japoneses de Contabilidad. Contabilidad de Gestión en el nuevo entorno industrial, v.1, Productivity Press, Cambridge, Mass.
- MORALES CAPARRÓS, M.J. Y REQUENA JIMENEZ, E. (1994): "Los modelos convencionales a costes parciales: el direct cost", *I Jornada de Trabajo sobre Contabilidad de Costes y de Gestión, U. de Barcelona*.
- MOURITSEN, J. Y BEKKE, A. (1999): "A space for time: accounting and Time Based Management in a high technology company", *Management Accounting Research*, v.10.
- MOZUMDER, P.K. Y STROJWAS, A.J. (1990): "Statistical control of VLSI fabrication processes", *IEMT Symposium, Ninth IEEE/CHMT International Electronic Manufacturing Technology Symposium, 1990 Proceedings, Competitive Manufac*, october.
- MUIÑO VÁZQUEZ, M.F. (1999): La sobrecarga de información en el entorno Financiero, Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.
- NARASIMHAN, S.; MCLEAVEY, D.W. Y BILLINGTON P. (1996): Planeación de la Producción y Control de Inventarios, Prentice Hall. México.
- NAYLOR, T.; VERNON, J.M. Y WERTZ, K.L. (1983): Managerial Economics: corporate economics and strategy, McGraw-Hill.
- NEGIZ, A.; LAGERGREN, E.S. Y CINAR, A. (1994): "Statistical Quality Control of multivariable continuous processes", *American Control Conference*; june.

- NEOGI, D. Y SCHLAGS, C.E. (1997): "Application of multivariate statistical techniques for monitoring emulsion batch processes", *Proceedings of the 1997 American Control Conference*, June.
- NEVADO PEÑA, D. (1998): "El control de gestión actual. Futuro y limitaciones", *Técnica Contable*, Junio.
- NOREEN, E. (1991): "Conditions under which activity-based cost systems provide relevant costs", *Journal of Management Accounting Research*, 3.
- O'DRISCOLL, J. Y RIZZO, M.J. (1985): *The economics of time and ignorance*, Blackwell, Oxford.
- OHANLON, J. Y KEN, P. (1996): "Measure for measure?", *Accountancy*, v.117 n1230 Feb.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1939): *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*, Alianza Editoria, Madrid
- OSORIO, O. (1992): *La capacidad de producción y los costos*, Ediciones Macchi.
- OTLEY, D. (1984): "Management Accounting and Organisational theory", en Scapens, R.W., Otley, D.T. y Lister, R.J., 1984.
- _____ (1992): "The contingency theory of management accounting: achievement and prognosis", en Emmanuel, C., Otley, D. y Merchant, K., 1992.
- _____ Y BERRY, A.J. (1980): "Control, Organization and Accounting", *Accounting Organizations and Society*, v.5 n.2.
- _____ Y _____ (1994): "Case study research in management accounting and control", *Management Accounting Research*, v. 5 n.1.
- PALANKI, H.R. (1990): "Automated statistical process control system (aspcs)", *IEEE/CHMT 90 IEMT Symposium*.
- PEACH, R.W. (1999): *Manual de ISO 9000*, McGraw Hill, Madrid.
- PIEDRA HERRERA, F. (1994): "Sistemas convencionales a costes completos: las doctrinas anglosajona y germana", *I Jornada de Trabajo sobre Contabilidad de Costes y de Gestión*.
- PICKERING, J.R. (1996): "SPC in calibration: the good, the bad and the ugly!", *IEEE Library*.
- PIPER, J. Y WALLEY, P. (1991): "ABC relevance not found", *Management Accounting UK*, enero.
- PITT, HY (1994): *SPC for the rest of us: a personal path to statistical process control*, Addison-Wesley Publishing Company. Reading Massachusetts.
- PLAYER, R.S. Y KEYS, D.E. (1995): "Lessons from the ABM battlefield: getting off to the right start", *Journal of Cost Management*, spring.

- PUGH, D.S; HICKSON, D.J.; HININGS, C.R. Y TURNER, C. (1969): "The context of Organization Structures", *Administrative Science Quarterly*, v.14.
- RAFAEL, E. (1987): "Los nuevos métodos de programación de la producción y organización de stocks", *Alta Dirección*, n.131, enero-febrero.
- REQUENA RODRÍGUEZ, J.M. (1975): "Metodología aplicada para el cálculo de costes", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, abril-septiembre.
- _____ (1995): "La empresa de servicios: una propuesta de estructuración orgánica y definición del producto de restauración en la industria hotelera", *II Jornada de Trabajo sobre Contabilidad de Costes y de Gestión*, Asepuc, Universidad de Málaga.
- REZAYAT, F. (1993): "Neural networks and quality control when the process dynamics are unknown", *Proceedings of the 32nd conference on decisions and control*. San Antonio, Texas.
- RICHARDSON, P.R. Y GORDON, J.R.M. (1980): "Measuring Total Manufacturing Performance", *Sloan Management Review*, winter.
- RIPOLL FELIU, V.M. Y SANCHEZ GARCÍA, J. (1994): "Impacto de los nuevos sistemas de gestión de costes en la estructura de la empresa", *Actualidad Financiera*, 3.
- _____ Y BALADA, T. (1995): "Sistemas de información contable para el seguimiento de los materiales", *Partida Doble*, n.62.
- ROBERTS, M. W. Y SILVESTER, K.J. (1996): "Why ABC failed and how it may yet succeed", *Journal of Cost Management*, winter.
- ROBINSON, A. (1990): Enfoques modernos para la gestión de la fabricación. El sistema Shingo, Productivity Press. Cambridge.
- ROBINSON, J. (1960): Exercises in economic analysis, Macmillan, London.
- RODRÍGUEZ PÉREZ, G. (1997): "ABC frente a la contabilidad de costes tradicional", *Partida Doble*, n.78.
- ROSANS, J. (1994): "Costes relevantes para la toma de decisiones y análisis estratégico", Amat, J. y Amat, O., 1994.
- SÁEZ TORRECILLA, A. (1989): "Contabilidad de Gestión: situación actual y perspectivas", *Actualidad Financiera*, 19.
- _____ (1993): "El modelo ABC desde la perspectiva europea", Sáez Torrecilla, A. (coord.), 1993.
- _____ (coord.) (1993): Cuestiones actuales de contabilidad de costes, MacGraw Hill. Madrid.

- _____; FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, A. Y GUTIÉRREZ DÍAZ, G. (1993): Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión. Volumen 1, McGraw Hill, Madrid.
- _____; _____ Y _____ (1994): Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión. Volumen 2, McGraw Hill, Madrid.
- SAKETE Y TOYANE (1992): "Sistemas de soporte de decisiones basados en matrices estructuradas", en Monden y Sakurai (eds.), 1992.
- SCAPENS, R.W. (1984): "Management Accounting - a survey paper", Scapens, R.W., Otley, D.T. y Lister, R.J., 1984.
- _____ (1985): Management accounting: a review of contemporary developments, Macmillan.
- _____ (1990): "Researching management accounting practice: the role of case study method", *British Accounting Review*, v.22 n.3.
- _____ (1994): "Never mind the gap: towards an institutional perspective on management accounting practise", *Management Accounting Research*, 5.
- _____ Y ARNOLD, J.A. (1986): "Economics and Management Accounting Research", Bromwich, M.; Hopwood, A. (ed.), 1986.
- _____ Y ROBERTS, J. (1993): "Accounting and control: a case study of resistance to accounting change", *Management Accounting Research*, 4.
- _____; GAMEIL, M.Y. Y COOPER, D.J. (1983): "Accounting Information for pricing decisions", en Cooper, D.J.; Scapens, R.W. y Arnold, J.A. eds., 1983.
- _____, OTLEY, D.T. Y LISTER, R.J. (1984): Management accounting, organizations theory and capital budgeting. Three Surveys, Macmillan. Hong Kong.
- SCHEER, A.W. (1988): CIM: Computer Integrated Manufacturing: computer steered industry, Springer-Verlag. Berlin.
- SCHIEMANN, W.A. Y LINGLE, J.H. (1998): "Seven greatest myths of measurement", *IEEE Engineering Management Review*, spring.
- SCHMENNER, R.W. (1988): "The merit of making things fast", *Sloan Management Review*, fall quarter.
- SCHNEIDER, E. (1934): Teoría de la producción Teoria della produzione, Casa Editrice Ambrosiana, Milano.
- _____ (1968): Contabilidad industrial, Aguilar. Madrid.
- SCHONBERGER, R.J. Y KNOD, E.M. Jr. (1994): Operations management: continuous improvement, Irwin. 5ª ed. Illinois.
- SCHROEDER, R.G. (1992): Administración de las operaciones. Toma de decisiones en la función de operaciones, McGraw Hill.

- SCHUBERT, J.K. (1988): "The pitfalls of product costing", *Journal of Cost Management*, summer.
- SCHUTTEN, J.M.J.; VAN DE VELDE; S.L. Y ZIJM, W.H.M. (1996): "Single-machine scheduling with release dates, due dates and family setup times", *Management Science*, v.42 n.8.
- SEGURA, J. (1969): *Función de producción, macrodistribución y desarrollo*, Tecnos. Madrid.
- SELTO, F.; RENNER, C. Y YOUNG, S.M. (1995): "Assessing the organizational fit of a just-in-time manufacturing system: testing selection, interaction and systems models of contingency theory", *Accounting, Organizations and Society*, v.20, n7-8.
- SENYSHEN, M. (1998): "ABM: the next step, Part I y Part II", *IFAC Articles of Merit, 1998 Competition*.
- SERRA SALVADOR, V. (1996): "Costes de subactividad: reflexiones sobre su naturaleza y cálculo", *Técnica Contable*.
- SHACKLE, G.L.S. (1958): *Time in Economics*, North Holland Publishing, Amsterdam.
- SHANK, J.K (1993): *Strategic cost management. The new tool for competitive advantage*, The Free Press, N.Y.
- _____ Y GOVINDARAJAN, V. (1988): "Transaction-based costing for the complex product line: a field study", *Journal of Cost Management*, summer.
- SHARPE, C. (1981): *The economics of time*, Martin Robertson, Oxford.
- SHEPHARD, R.W. (1970): *Theory of cost and production functions*, Princeton University Press. Princeton, N.J.
- SHIELDS, M.D. (1995): "An empirical analysis of firms' implementation experiences with activity based costing", *Journal of Management Accounting Research*, fall.
- SHILLINGLAW, G. (1972): *Cost Accounting: Analysis and control*, Irwin.
- SILVER, E.A. Y PETERSON, R. (1985): *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*, John Wiley and Sons, N.Y.
- SILLINCE, J.A.A. Y SYKES, G.M.H. (1995): "The role of accountants in improving manufacturing technology", *Management Accounting Research*, v.6.
- SIMON, H.A. (1959): "Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science", *American Economic Review*.
- SIMONS, K. (1990): "The role of management control systems in creating competitive advantage: new perspectives", *Accounting, Organizations and Society*, v.15, n.1/2.

- _____ (1999): Performance Measurement & control systems for implementing strategy, Prentice Hall.
- SKINNER, W. (1974): "The focused factory", *Harvard Business Review*, v.52, n.3.
- SMART, C. Y VERTINSKY, I. (1984): "Strategy and the environment: a study of corporate responses to crises", *Strategic Management Journal*, v. 5.
- SMITH, V.L. (1957): "Engineering data an statistical techniques in the analysis of production and technological change: fuel requirements of the trucking industry", *Econometrica*, p. 281-301.
- _____ (1966): Invest and production, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- SOLER MATEO, F. (1991): Gestión informática de la producción. Sistemas de información en la industria, Paraninfo, s.a.
- SOLOMONS, D (1968): "Historical development of Costing"., Studies in Cost Analysis. D. Solomons, ed.
- _____ (ed.) (1968): Studies in cost analysis, Sweet and Maxwell. 2ª ed.
- SPANOS, C.J.; GUO, H.F.; MILLER, A. Y LEVIEN-PARRILL, J (1992): "Real-time statistical process control using tool data", *IEEE Transactions on semiconductor manufacturing*, v.5 n.4.
- STALK, G.Jr. (1988): "Time - the next source of competitive advantage", *Harvard Business Review*, Jul-August.
- _____ Y HOUT, T.M. (1990): Competing against time", *Harvard Business Review*.
- _____ Y WEBBER, A.M. (1993): "Japan's dark side of time", *Harvard Business Review*.
- STALLMAN, J.C. (1972): "A framework for evaluating cost control procedures for a process", *Accounting Review*, october.
- STARR, M.K. (1989): Managing production and operations, Englewood Cliffs Prentice Hall. N.J.
- STAUBUS, G. (1971): Activity costing and input-output accounting, Irwin, Homewood.
- STEVENSON, W. (1993): Production/Operations Management, Irwin.
- STEWART, R.D.; WYSKIDA, R.M. Y JOHANNES, J.D. (1995): Cost Estimator's Reference Manual (New Dimensions in Engineering), John Wiley & Sons, N.Y. 2ª ed.
- STOKER, T. (1993): "Empirical approaches to the problem of aggregation over individuals", *Journal of Economic Literature*, n.31.
- STRAUB, D.; LIMAYEM, M. Y KARAHANNA-EVARISTO, E. (1995): "Measuring System Usage: Implications for IS theory testing", *Management Science*, v.41 n.8.

- SULE, D.R. (1994): *Manufacturing facilities: location, planning and design*, International Thomson Publishing.
- SUNDEM, G.L. (1974): "Evaluating simplified capital budgeting models using a timestable reference metric", *Accounting Review*, april.
- SUTERMISTER, R.A. (1976): *People and productivity*, McGraw Hill, N.Y.
- SWANSON, E.P. (1990): "Relative Measurement Errors in valuing plant and equipment under current cost and replacement cost", *The Accounting Review*, Oct.
- TAYLOR, I. (1983): "How to realise the benefits of FMS", *The Production Engineer*, v.62, n.1.
- TAYLOR, J. Y WILLIAMS, H. (1991): "The networked firm", Williams, B.C. y Spaul, B.J., 1991.
- THOMAS, A.L. (1969): "Research proposal for cost measurement criteria", *Journal of accountancy*, feb.
- THOMAS, P.R. (1990): *Competitiveness through total cycle time ethic*, McGraw Hill, NY.
- _____ (1991): *Getting Competitive: Middle managers and the cycle time ethic*, McGraw Hill, NY.
- THOMPSON, E.P. (1967): "Time work-discipline and industrial capitalism", *Past and Present*, v.38.
- TIESSEN, P. Y WATERHOUSE, J.H. (1983): "Towards a Descriptive Theory of Managment Accounting", *Accounting, Organizations and Society*, v.8 n.2/3.
- TIMMS, H. L. (1966): *The production function in business; management decision systems*, Homewood, Ill., R.D. Irwin.
- TOCHER, K. (1970): "Control", *Operations Rsearch Quaterly*, june.
- _____ (1976): "Notes for discussion on control", *Operations Research Quaterly*, june.
- TÚA PEREDA, J. (1991): *La investigación empírica en Contabilidad. La hipótesis de eficiencia del mercado*, ICAC- Ministerio de Ec. y Hacienda.
- TUCKER, R.B. (1991): *Managing the future: ten driving forces of change for the '90s*, Putnam, New York.
- TURNEY, P.B.B. (1991): "Common Cents - the ABC performance breakthrough", *Cost Technology*, Hillsboro, Oregon.
- _____ (1993): "Diez mitos sobre la implantación de un sistema de costes basados en la actividad (ABC)", en Carmona Moreno (ed.) 1993.
- VACHTSEVANOS, G.J.; DORRITY, J.L.; KUMAR, A. Y KIM, S. (1994): "Advanced application of statistical and fuzzy control to textile processes", *IEEE Transactions on industry applications*, v.30 n.3.

- VATTER, W.J. (1950): *Managerial Accounting*, Prentice-Hall.
- _____. (1967): "The use of operations research in american companies", *Accounting Review*, october.
- VENTURA, J.A. Y WENG, M.X. (1995): "Minimizing single-machine completion time variance", *Management Science*, v.41 n.9.
- VERA RIOS, S. (1993): "Enfoques doctrinales en torno al tratamiento de los centros de coste", Sáez Torrecilla, A. (coord.), 1993.
- _____. Y BUEDÍA CARRILLO, D. (1999): "La regulación del cálculo de costes en la contratación con los órganos militares: análisis comparativo España-Estados Unidos", Comunicación presentada en el *VI Congreso Internacional de Costes, Universidade Do .Minho, Braga (Portugal)*, 15 a 17 de septiembre de 1999
- VICKERS, G (1992): *Stability, control and choice*, en Emmanuel, C., Otle, D. y Merchant, K., 1992.
- VILAR SANCHIS, J.E. (1989): "Evolución en el tratamiento de los costes indirectos: su relación con la denominada 'crisis de la contabilidad de gestión'", *Actualidad Financiera*, 2.
- VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L. Y WHYBARK, D.C. (1995): *Sistemas de planificación y control de la fabricación*, Irwin, Madrid, 3ª ed.
- VON BRAUN, C. (1990): "The acceleration trap", *Sloan Management Review*, autumn.
- _____. (1991): "The acceleration trap in the real world", *Sloan Management Review*, summer.
- WALKER, K. (1998): "Management accounting and the economics of internal organization: a review essay", *Management Accounting Research*, 9.
- _____. Y MCCLELLAND, L. (1991): "Management forecasts and statistical prediction model forecasts in corporate budgeting", *Journal of Accounting Research*, vol 29 n.2.
- WALTERS, A.A. (1963): "Production and cost functions. An econometric survey", *Econometrica*, p. 1-66.
- WATERHOUSE Y TIESSEN (1978): "A contingency framework for management accounting systems research", *Accounting, Organizations and Society*, vol.3, nº 1 p. 65-79.
- WEIK, K.E. (1979): *The social psychology of organising*, Random House, N.Y:
- WEIL, R (1968): "Allocating Joint Costs", *The American Economic Review*, December.
- WEIN, LM. Y OU, J. (1991): "The impact of processing time knowledge on dynamic job-shop scheduling", *Management Science*, v.37 n.8 august.
- WETHERILL, G.B. (1986): *Regression Analysis with Applications*, Chapman and Hall.

- _____ Y BROWN, D.W. (1991): *Statistical process control: theory and practice*, Chapman and Hall, London.
- WHITTINGTON, G (1992): *The elements of accounting: an introduction*, Cambridge University Press.
- WILDE, E. (1993): "The managerial revolution", *Engineering Management Journal*, april.
- WILSON, R.B. (1968): "Decision analysis in a Corporation", *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, September.
- WILSON, R. CHUA, W.F. (1993): *Managerial Accounting. Method and meaning*, Chapman & Hall.
- WILLIAMS, B.C. Y SPAUL, B.J. (1991): *I.T. and Accounting. The impact of information technology*, Chapman & Hall. London.
- WILLIAMSON, O.E. (1985): *The economic institutions of capitalism: firms, markets, and relational contracting*, Free Press, NY.
- WOODWARD, J. (1965): *Industrial organization: Theory and practice*, Oxford University Press, 2ª ed.
- YIN, R.K. (1994): *Case study research: design and methods*, SAGE Publications. London.
- YOSHIKAWA, T.; INNES, M. Y FALCONER M. (1990): "Cost tables: a foundation of japanese cost management", *Journal of Cost Management*, fall.
- _____ ; _____ Y _____(1994): "Applying functional cost analysis in a manufacturing environment", *International Journal of Production Economics*, 36, agosto.
- ZIMMERMAN, J.L. (1979): "The costs and benefits of cost allocations"; *Accounting Review*; july.

**ANEXO I :
CODIFICACIÓN Y AGRUPAMIENTO DE LOS PAROS DE
HILATURA DE TEXTIL SANTANDERINA, S.A. (SEGÚN LOS
CÓDIGOS DEL SISTEMA USTER SLIVER DATA) Y POR SU
NATURALEZA**

Cardas

Código	Descripción	INE	IP	EP
LI	Limpieza		X	
RE	Revisión		X	
MT	Mantenimiento		X	
CM	Cambio de materia		X	
BT	Avería en Batanes	X		
CB	Cambio de bote	X		
EN	Entrada	X		
SA	Salida	X		
97	Sin registrar	X		
FB	Faltan botes			X
AV	Avería			X

Manuales

Código	Descripción	INE	IP	EP
LI	Limpieza		X	
MT	Mantenimiento		X	
CM	Cambio materia		X	
CT	Contramaestre		X	
3	Sin determinar	X		
12	Sin determinar	X		
20	Sin determinar	X		
30	Sin determinar	X		
40	Sin determinar	X		
44	Sin determinar	X		
55	Sin determinar	X		
62	Sin determinar	X		
63	Sin determinar	X		
64	Sin determinar	X		
78	Sin determinar	X		
88	Sin determinar	X		
92	Sin determinar	X		
94	Sin determinar	X		
96	Sin determinar	X		
97	Sin registrar	X		
99	Sin determinar	X		
A%	Calidad	X		
CB	Cambio de bote	X		
CV	Calidad	X		
EN	Entrada	X		
RS	Record stop	X		
SA	Salida	X		
SU	Señor Uster	X		
FM	Falta materia			X
FB	Falta bote			X
AV	Avería			X

Mecheras

Código	Descripción	INE	IP	EP
LI	Limpieza		X	
MT	Mantenimiento		X	
CM	Cambio materia		X	
CB	Cambio de bote		X	
MA	Sin determinar		X	
LB	Laboratorio		X	
MU	Muda		X	
RE	Revisión		X	
97	Sin registrar	X		
EN	Entrada	X		
SA	Salida	X		
FB	Falta materia			X
FM	Falta bote			X
AV	Avería			X

Contínuas

Código	Descripción	INE	IP	EP
LI	Limpieza		X	
MT	Mantenimiento		X	
CA	Cambio de anillas		X	
CT	Contramaestre		X	
MU	Muda		X	
RE	Revisión		X	
CM	Cambio de materia		X	
97	Sin registrar	X		
2	Sin determinar	X		
AV	Avería			X

**ANEXO II:
DEPURACIÓN Y CÁLCULO DE LAS MEDIAS DE VELOCIDADES
Y R1 POR PUESTO DE TRABAJO EN LA SECCIÓN DE
HILATURA DE TEXTIL SANTANDERINA, S.A.**

```

COMPUTE filter_$=(maquina=10 and materia="?????" and
titulo=??? and
diaseman<6).
VARIABLE LABEL filter_$ 'maquina=10 and materia="?????" and
titulo=??? and'+
'diaseman<6 (FILTER)'.
VALUE LABELS filter_$ 0 'Not Selected' 1 'Selected'.
FORMAT filter_$ (f1.0).
FILTER BY filter_$.
EXECUTE .
FREQUENCIES
VARIABLES=promedio rdto rdtotnd
/NTILES= 4
/STATISTICS=STDDEV VARIANCE RANGE MINIMUM MAXIMUM
SEMEAN MEAN MEDIAN MODE SUM
/HISTOGRAM NORMAL
/ORDER ANALYSIS .
Frequencies
Notes
Output Created          19 Dec 98 12:19:35
Comments
Input      Data          C:\clipper\vel\spss\parofin.sav
-----
Filter      maquina=10 and
materia="?????" and titulo=??? and diaseman<6 (FILTER)
-----
Weight      <none>
-----
Split File   <none>
-----
N of Rows in Working Data File  129
Missing Value  Definition of Missing  User-defined missing
values are treated as missing.
Handling -----
Cases Used      Statistics are based on all
cases with valid data.
Syntax          FREQUENCIES
VARIABLES=promedio rdto rdtotnd
/NTILES= 4
/STATISTICS=STDDEV VARIANCE RANGE MINIMUM MAXIMUM
SEMEAN MEAN MEDIAN
MODE SUM
/HISTOGRAM NORMAL
/ORDER ANALYSIS .
Resources      Total Values Allowed  18724
-----
Elapsed Time    0:00:03,96

statistics
PROMEDIODE      RDTO
RDTOTND
N      Valid  129      129      129
      Missing  0      0      0
Mean      1550,71314      96,79271
97,46519
Std. Error of Mean  10,80039      ,40194
,63674
Median      1597,33300      98,53000
100,00000
Mode      1602,667      99,990      100,000
Std. Deviation  122,66886      4,56521      7,23199
Variance      15047,65009      20,84117
52,30163
Range      921,000      25,510
68,730
Minimum      1081,000      74,490      31,270
Maximum      2002,000      100,000
100,000
Sum      200041,995      12486,260
12573,010
Percentiles  25  1569,33350      95,61000
97,56500
      50  1597,33300      98,53000
100,00000
      75  1603,83350      99,49500
100,00000
Frequency Table

```

PROMEDIO DE VELOCIDADES

Valid Value	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
1081,000	1	,8	,8	,8
1124,000	1	,8	,8	1,6
1197,333	1	,8	,8	2,3
1219,000	1	,8	,8	3,1
1220,667	1	,8	,8	3,9
1226,667	1	,8	,8	4,7
1232,333	1	,8	,8	5,4
1245,333	1	,8	,8	6,2
1299,333	1	,8	,8	7,0
1300,667	1	,8	,8	7,8
1306,000	1	,8	,8	8,5
1308,667	1	,8	,8	9,3
1335,000	1	,8	,8	10,1
1344,333	1	,8	,8	10,9
1358,000	1	,8	,8	11,6
1393,000	1	,8	,8	12,4
1451,000	1	,8	,8	13,2
1468,000	1	,8	,8	14,0
1475,000	1	,8	,8	14,7
1496,667	1	,8	,8	15,5
1502,333	1	,8	,8	16,3
1505,000	1	,8	,8	17,1
1506,000	1	,8	,8	17,8
1514,333	1	,8	,8	18,6
1517,000	1	,8	,8	19,4
1526,667	1	,8	,8	20,2
1527,333	1	,8	,8	20,9
1529,000	1	,8	,8	21,7
1536,667	1	,8	,8	22,5
1547,667	1	,8	,8	23,3
1558,333	1	,8	,8	24,0
1567,667	1	,8	,8	24,8
1571,000	1	,8	,8	25,6
1575,333	1	,8	,8	26,4
1577,000	1	,8	,8	27,1
1580,000	1	,8	,8	27,9
1582,000	1	,8	,8	28,7
1586,000	1	,8	,8	29,5
1586,333	1	,8	,8	30,2
1586,667	1	,8	,8	31,0
1588,000	2	1,6	1,6	32,6
1589,667	1	,8	,8	33,3
1590,000	1	,8	,8	34,1
1590,333	1	,8	,8	34,9
1590,667	2	1,6	1,6	36,4
1591,333	2	1,6	1,6	38,0
1592,333	1	,8	,8	38,8
1592,667	1	,8	,8	39,5
1593,333	3	2,3	2,3	41,9
1594,000	1	,8	,8	42,6
1595,000	1	,8	,8	43,4
1595,333	1	,8	,8	44,2
1596,000	3	2,3	2,3	46,5
1596,333	3	2,3	2,3	48,8
1596,667	1	,8	,8	49,6
1597,333	1	,8	,8	50,4
1597,667	1	,8	,8	51,2
1598,000	2	1,6	1,6	52,7
1598,333	3	2,3	2,3	55,0
1598,667	1	,8	,8	55,8
1599,000	2	1,6	1,6	57,4
1599,333	1	,8	,8	58,1
1599,667	1	,8	,8	58,9
1600,000	1	,8	,8	59,7
1601,000	2	1,6	1,6	61,2
1601,333	2	1,6	1,6	62,8
1601,667	1	,8	,8	63,6
1602,333	2	1,6	1,6	65,1
1602,667	5	3,9	3,9	69,0
1603,000	1	,8	,8	69,8
1603,333	3	2,3	2,3	72,1
1603,667	4	3,1	3,1	75,2
1604,000	1	,8	,8	76,0
1604,333	1	,8	,8	76,7

Un modelo de planificación y control para la producción heterogénea...

1604,667	2	1,6	1,6	78,3
1605,333	3	2,3	2,3	80,6
1605,667	2	1,6	1,6	82,2
1606,000	3	2,3	2,3	84,5
1607,000	2	1,6	1,6	86,0
1607,333	1	,8	,8	86,8
1608,000	1	,8	,8	87,6
1608,333	2	1,6	1,6	89,1
1608,667	1	,8	,8	89,9
1609,667	1	,8	,8	90,7
1610,333	1	,8	,8	91,5
1610,667	1	,8	,8	92,2
1611,331	1	,8	,8	93,0
1611,333	1	,8	,8	93,8
1611,667	1	,8	,8	94,6
1612,333	1	,8	,8	95,3
1616,000	1	,8	,8	96,1
1617,333	1	,8	,8	96,9
1621,333	1	,8	,8	97,7
1622,667	1	,8	,8	98,4
1636,667	1	,8	,8	99,2
2002,000	1	,8	,8	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Frequency Table
RENDIMIENTO (R1)

Valid Value	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
74,490	1	,8	,8	,8
78,400	1	,8	,8	1,6
81,230	1	,8	,8	2,3
82,200	1	,8	,8	3,1
82,840	1	,8	,8	3,9
83,050	1	,8	,8	4,7
86,960	1	,8	,8	5,4
87,460	1	,8	,8	6,2
88,470	1	,8	,8	7,0
89,670	1	,8	,8	7,8
90,110	1	,8	,8	8,5
90,580	1	,8	,8	9,3
91,730	1	,8	,8	10,1
93,040	1	,8	,8	10,9
93,530	1	,8	,8	11,6
93,810	1	,8	,8	12,4
93,830	1	,8	,8	13,2
93,970	1	,8	,8	14,0
94,080	1	,8	,8	14,7
94,410	1	,8	,8	15,5
94,700	1	,8	,8	16,3
94,750	1	,8	,8	17,1
94,820	1	,8	,8	17,8
94,860	1	,8	,8	18,6
94,940	1	,8	,8	19,4
95,110	1	,8	,8	20,2
95,140	1	,8	,8	20,9
95,220	1	,8	,8	21,7
95,340	1	,8	,8	22,5
95,360	1	,8	,8	23,3
95,490	1	,8	,8	24,0
95,560	1	,8	,8	24,8
95,660	1	,8	,8	25,6
95,790	1	,8	,8	26,4
96,530	1	,8	,8	27,1
96,540	1	,8	,8	27,9
96,770	1	,8	,8	28,7
97,010	1	,8	,8	29,5
97,080	1	,8	,8	30,2
97,140	1	,8	,8	31,0
97,170	1	,8	,8	31,8
97,320	1	,8	,8	32,6
97,440	1	,8	,8	33,3
97,460	1	,8	,8	34,1
97,600	1	,8	,8	34,9
97,620	1	,8	,8	35,7
97,640	1	,8	,8	36,4
97,670	2	1,6	1,6	38,0
97,690	1	,8	,8	38,8
97,740	1	,8	,8	39,5
97,760	1	,8	,8	40,3
97,780	1	,8	,8	41,1
97,820	2	1,6	1,6	42,6
97,970	1	,8	,8	43,4

98,020	1	,8	,8	44,2
98,200	1	,8	,8	45,0
98,210	1	,8	,8	45,7
98,400	1	,8	,8	46,5
98,420	1	,8	,8	47,3
98,430	1	,8	,8	48,1
98,440	1	,8	,8	48,8
98,500	1	,8	,8	49,6
98,530	1	,8	,8	50,4
98,540	1	,8	,8	51,2
98,560	1	,8	,8	51,9
98,590	2	1,6	1,6	53,5
98,660	1	,8	,8	54,3
98,760	1	,8	,8	55,0
98,770	1	,8	,8	55,8
98,790	1	,8	,8	56,6
98,810	1	,8	,8	57,4
98,820	1	,8	,8	58,1
98,870	1	,8	,8	58,9
98,900	1	,8	,8	59,7
98,930	1	,8	,8	60,5
98,940	1	,8	,8	61,2
98,950	1	,8	,8	62,0
98,970	1	,8	,8	62,8
99,010	1	,8	,8	63,6
99,020	1	,8	,8	64,3
99,160	1	,8	,8	65,1
99,190	2	1,6	1,6	66,7
99,220	1	,8	,8	67,4
99,240	1	,8	,8	68,2
99,280	1	,8	,8	69,0
99,310	1	,8	,8	69,8
99,360	2	1,6	1,6	71,3
99,380	2	1,6	1,6	72,9
99,410	1	,8	,8	73,6
99,420	1	,8	,8	74,4
99,490	1	,8	,8	75,2
99,500	1	,8	,8	76,0
99,510	1	,8	,8	76,7
99,530	1	,8	,8	77,5
99,550	1	,8	,8	78,3
99,570	2	1,6	1,6	79,8
99,610	1	,8	,8	80,6
99,620	1	,8	,8	81,4
99,630	1	,8	,8	82,2
99,640	2	1,6	1,6	83,7
99,650	1	,8	,8	84,5
99,710	1	,8	,8	85,3
99,720	1	,8	,8	86,0
99,730	1	,8	,8	86,8
99,750	1	,8	,8	87,6
99,770	1	,8	,8	88,4
99,780	1	,8	,8	89,1
99,800	1	,8	,8	89,9
99,810	2	1,6	1,6	91,5
99,840	1	,8	,8	92,2
99,880	1	,8	,8	93,0
99,920	1	,8	,8	93,8
99,930	1	,8	,8	94,6
99,980	2	1,6	1,6	96,1
99,990	3	2,3	2,3	98,4
100,000	2	1,6	1,6	100,0
Total	129	100,0	100,0	

Frequency Table
RENDIMIENTO TND (R2)

Valid Value	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
31,270	1	,8	,8	,8
77,620	1	,8	,8	1,6
78,330	1	,8	,8	2,3
81,850	1	,8	,8	3,1
82,610	1	,8	,8	3,9
84,160	1	,8	,8	4,7
87,350	1	,8	,8	5,4
91,570	1	,8	,8	6,2
91,850	1	,8	,8	7,0
92,890	1	,8	,8	7,8
93,550	1	,8	,8	8,5
93,680	1	,8	,8	9,3
94,170	1	,8	,8	10,1

Un modelo de planificación y control para la producción heterogénea...

94,330	1	,8	,8	10,9	98,000	1	,8	,8	26,4
94,370	1	,8	,8	11,6	98,030	1	,8	,8	27,1
94,440	1	,8	,8	12,4	98,840	1	,8	,8	27,9
94,490	1	,8	,8	13,2	98,970	2	1,6	1,6	29,5
94,570	1	,8	,8	14,0	99,020	1	,8	,8	30,2
94,610	1	,8	,8	14,7	99,030	1	,8	,8	31,0
94,650	1	,8	,8	15,5	99,120	1	,8	,8	31,8
94,660	1	,8	,8	16,3	99,190	1	,8	,8	32,6
94,780	1	,8	,8	17,1	99,210	1	,8	,8	33,3
94,830	1	,8	,8	17,8	99,240	1	,8	,8	34,1
94,910	1	,8	,8	18,6	99,330	1	,8	,8	34,9
94,970	1	,8	,8	19,4	99,360	1	,8	,8	35,7
95,040	1	,8	,8	20,2	100,000	83	64,3	64,3	100,0
95,120	1	,8	,8	20,9	Total	129	100,0	100,0	
95,190	1	,8	,8	21,7					
95,670	1	,8	,8	22,5					
96,750	1	,8	,8	23,3					
97,290	1	,8	,8	24,0					
97,370	1	,8	,8	24,8					
97,760	1	,8	,8	25,6					

**ANEXO III:
ESTRUCTURA DE LAS TABLAS DEL SISTEMA DE CONTROL
DE LA SECCIÓN DE HILATURA DE TEXTIL
SANTANDERINA,S.A.
(HIL.PRG)**

Contenido de hil.prg

Módulo	Tabla origen	Tabla resultante	Explicación
velocida.prg paros.prg	Velocida.dat Paros.dat	Velocida.dbf Paros.dbf	Mediante una tabla temporal (origen.dbf) tabula los datos de la tabla de origen de acuerdo con la estructura utilizada por el Uster, separando los diferentes campos.
calend.prg dia.prg diaseman.prg	Velocida.dbf Paros.dbf	Velocida.dbf Paros.dbf	Convierte las horas en minutos (cero= 1 de enero a las 00 horas), reordena las fechas, incluye el día como serie natural de 6 am a 6 am (1 de enero = 1), y enumera los días de la semana (lunes=1).
vm.prg	Velocida.dbf	Veltiem.dbf	Agrupar las velocidades en días laborales (de 6 am a 6 am del día siguiente) ponderadas por la duración del turno o cambio de materia/título. Calcula la desviación estándar con respecto a la media de las velocidades.
veloc.prg	Paros.dbf Velocida.dbf	Paros.dbf	Incorpora a la tabla de paros los datos relativos a título, materia, velocidad y tiempo.
agrupa.prg	paros.dbf	Paro_tip.dbf	Agrupar la duración de los paros por tipo de paro y día para cada máquina/materia/título.
ps.prg	Veltiem.dbf	Paro_tip.dbf	Genera una tabla en la que presenta por día las velocidades ponderadas con sus paros correspondientes. Asimismo incluye aquellos días que no presentan ningún tipo de paro.
name.prg	Paro_tip.dbf	Parofin.dbf	Agrupar los paros por el tipo considerado, INE, IP y EP para cada día, según la máquina/materia/título. Calcula el tiempo neto disponible TND, R1, R2 y R3.
rend.prg	Parofin.dbf	Rendim.dbf	Calcula las velocidades medias ponderadas por el tiempo real, R1 ponderado por TND y los rendimientos R2 y R3 ponderados por el tiempo total (TT), para todos los días agrupando por un lado de lunes a viernes, sábados y domingos de acuerdo con el número de máquina/materia/título.
control.prg	Rendim.dbf	Control.dbf	Separa los días de la semana de los sábados y domingos a efectos de presentación.
estand.prg	Estand.dbf Rendim.dbf	Rendim.dbf	Informa de desviaciones en velocidades medias y R1 según los estándares.

ANEXO IV:
EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE PRODUCCIÓN POR
EL SISTEMA DE CONTROL DE TEXTIL SANTANDERINA, S.A.

EJEMPLO DE FUNCIONAMIENTO DE HIL.PRG
Y CÁLCULO DE TIEMPOS A POSTERIORI

VELOCIDA.DBF

FECHA	HOR	C	TIEMP	PRO DUC	RD	DIA M_	VELOCI	MAQUIN A	O	G	MATE	TITU LO	MES	DI A	ANYO	HORAE X	SEM	N_M A	DI A	DM	TUR NO
290399	600	1	480	120	98	29	1687	CARDA	1	1	ALGODO	105	03	29	99	125640	13	10	88	1	0
290399	1400	2	24	5	98	29	1680	CARDA	1	1	ALGODO	105	03	29	99	126120	13	10	88	1	0
290399	1424	1	456	100	98	29	1707	CARDA	1	1	TENCEL	105	03	29	99	126144	13	10	88	1	0
290399	2200	1	480	110	98	29	1480	CARDA	1	1	TENCEL	105	03	29	99	126600	13	10	88	1	0
300399	600	1	480	120	98	30	1500	CARDA	1	1	TENCEL	105	03	30	99	127080	13	10	89	2	0
300399	1400	1	480	50	98	30	1460	CARDA	1	1	TENCEL	105	03	30	99	127560	13	10	89	2	0
300399	2200	1	480	120	98	30	1480	CARDA	1	1	TENCEL	105	03	30	99	128040	13	10	89	2	0

PAROS.DBF

FECHA	HORA	MAQ	SI	CO	NAM	DURA	A	M	D	HORAE	MATE	TITU LO	TIEM P	C	VELO	PROD UC	O	S	RES	SE	DIAE	DI	TUR NO
290399	638	10	0	008	LI	370	99	03	29	125678	ALGODO	105	480	1	1687	120		0	0000	13	88	1	2
290399	1020	10	0	008	EN	60	99	03	29	125923	ALGODO	105	480	1	1687	120		0	0000	13	88	1	2
290399	1043	10	0	008	EN	60	99	03	29	125923	ALGODO	105	480	1	1687	120		0	0000	13	88	1	2
290399	1050	10	0	097	97	14	99	03	29	125930	ALGODO	105	480	1	1687	120		0	0000	13	88	1	2
290399	1526	10	0	097	97	34	99	03	29	126206	TENCEL	105	456	1	1707	100		0	0000	13	88	1	2
290399	1814	10	0	007	SA	28	99	03	29	126374	TENCEL	105	456	1	1707	100		0	0000	13	88	1	2
290399	2315	10	0	007	SA	32	99	03	29	126675	TENCEL	105	480	1	1480	110		0	0000	13	88	1	2
300399	1200	10	0	014	AV	4950	99	03	30	127440	TENCEL	105	480	1	1500	120		0	0000	13	89	2	2

PARO_TIP.DBF

DIASE MANA	DIAE X	SEM ANA	MAQ UINA	MAT	TITU LO	NAM E	TIPO_DE_ PARO	SUMADED URA	SUMADET IEMP	PROMEDIODE	DESVES TDEV	ANY O	MES	DIA
1	88	13	10	ALGODO	105	97	INE	14	504	1686,667	1,491	99	03	29
1	88	13	10	ALGODO	105	EN	INE	120	504	1686,667	1,491	99	03	29
1	88	13	10	ALGODO	105	LI	IP	370	504	1686,667	1,491	99	03	29
1	88	13	10	TENCEL	105	97	INE	34	936	1590,590	113,463	99	03	29
1	88	13	10	TENCEL	105	SA	INE	60	936	1590,590	113,463	99	03	29
2	89	13	10	TENCEL	105	AV	EP	4950	1440	1480,000	16,330	99	03	30

PAROFIN.DBF

DIA	DIA	MAQ	MATE	TITULO	SUMA DETI	PROMEDI O	DESVES TD	EPTI ME	INETI ME	IPTIM E	TND	R1	R2	R3
1	88	10	ALGODO	105	504	1686,667	1,491	0	134	370	467,0000	97,1306	92,6587	100,0000
1	88	10	TENCEL	105	936	1590,590	113,463	0	94	0	936,0000	98,9957	100,0000	100,0000
2	89	10	TENCEL	105	1440	1480,000	16,330	4950	0	0	945,0000	100,0000	65,6250	65,6250

RENDIM.DBF

MA Q	MATERIA	TITU LO	CUE	TIEMP	PROMED	DESVE	R1	DSR1	R2	DSR2	R3	DSR3	VELMIN	VELMAX	D
10	ALGODO	105	1	453,600	1686,667	0,000	97,131	0,000	92,659	0,000	100,000	0,000	1686,667	1686,667	5
10	TENCEL	105	2	1871,600	1534,751	55,292	99,500	0,502	79,167	16,796	79,167	16,796	1480,000	1590,590	5

MAQ	FMAX	FMIN	VELERR	R1ERR
10	990330	990329	0,04	-0,03
10	990330	990329	-0,04	0,00

ESTAND.DBF

MAQUINA	MATERIA	TITULO	VELOCIDA	R1	FMIN	FMAX	NOTAS
10	ALGODO	105	1626,667	100,000	990330	990330	
10	TENCEL	105	1593,566	99,500	990330	990330	

Resumen de tiempos:

FEC	HOR	C	TIEMPO	TIEMPO TOTAL POR TURNO O EQUIVALENTE	PAROS en minutos	TIEMPO REAL
290399	600	1	480	504	50,4	453,6
290399	1400	2	24			
290399	1424	1	456	936	9,4	926,6
290399	2200	1	480			
300399	600	1	480	1440	495	955,0
300399	1400	1	480			
300399	2200	1	480			

Que si los calculamos a partir de los rendimientos:

TND	TT	IPTIME	EPTIME	INETIME
466,998	503,997	36,998	0,000	13,398
1881,005	2375,996	0,000	494,991	9,405

